

HERAUSGEGEBEN
IM
MINISTERIUM DER ÖFFENTLICHEN ARBEITEN.

REDACTIONS-AUSSCHUSS:
H. HERRMANN, OBERBAUDIRECTOR. J. W. SCHWEDLER, GEH. OBERBAURATH. O. BAENSCH, GEH. OBERBAURATH. H. OBERBECK, GEH. OBERBAURATH. F. ENDELL, GEH. OBERBAURATH.

REDACTEURE:
OTTO SARRAZIN UND OSKAR HOSSFELD.

JAHRGANG XXXIX. 1889. HEFT VII BIS IX.

INHALT:

Seite

Die Reichsdruckerei in Berlin, mit Zeichnungen auf Blatt 38 bis 40 im Atlas, von dem Director der Reichsdruckerei, Herrn Geh. Ober-Regierungsrath C. Busse in Berlin 313
Wohnhaus Hartung in Charlottenburg, mit Zeichnungen auf Blatt 41 im Atlas, von Herrn Regierungs-Baumeister H. Hartung in Charlottenburg 315
Das neue Strafgefängnifs in Preungesheim bei Frankfurt a. M., mit Zeichnungen auf Blatt 42 bis 44 im Atlas 319
Schlüters Antheil am Berliner Schlofsbau, mit Zeichnungen auf Blatt 45 im Atlas, von Herrn Architekt Cornelius Gurlitt in Charlottenburg 323
Die Klosterkirche in Offenbach a. Glan, mit Zeichnungen auf Blatt 46 und 47 im Atlas, von Herrn Regierungs-Bauführer A. Senz in Beeskow 351
Beiträge zur Theorie des Eisenbahn-Oberbaues, von Herrn Geh. Ober-Baurath J. W. Schwedler in Berlin (Fortsetzung) 365
Gufseiserner Leuchtthurm bei Kykduin (Helder, Nord-Holland), mit Zeichnungen auf Blatt 48 im Atlas, von Herrn Regierungs-Baumeister Professor H. Engels in Braunschweig 391

Seite

Aufbewahrung des Petroleums für die Befeuerung der preufsischen Leuchtthürme, mit Zeichnungen auf Blatt 49 im Atlas 397
Die Fahrzeuge für Güterbeförderung auf dem Rheinstrom, insbesondere die neuen Schleppdampfer und Schleppkähne, mit Zeichnungen auf Blatt 50 und 51 im Atlas, von Herrn Schiffsbauingenieur J. Schnell in Ruhrort 401
Das staatliche Basaltwerk Urach in Württemberg, mit Zeichnungen auf Blatt 52 bis 54 im Atlas, von Herrn Ober-Baurath Leibbrand in Stuttgart 411
Allgemeines über statische Untersuchungen und über die Kennzeichen einfacher Fachwerke, von Herrn Wasser-Bauinspector Tolkmitt in Berlin . . 433

Statistische Nachweisungen, betreffend die in den Jahren 1881 bis einschliefslich 1885 vollendeten und abgerechneten preufsischen Staatsbauten aus dem Gebiete des Hochbaues. Im Auftrage des Herrn Ministers der öffentlichen Arbeiten aufgestellt von Herrn Land-Bauinspector Wiethoff in Berlin. (Fortsetzung.) 39

Für den Buchbinder.

Bei dem Einbinden des Jahrgangs sind die „Statistischen Nachweisungen“ aus den einzelnen Heften herauszunehmen und — in sich entsprechend geordnet — vor dem Inhaltsverzeichnifs des Jahrgangs dem Uebrigen anzufügen.

BERLIN 1889.
VERLAG VON ERNST & KORN
WILHELM ERNST
(GROPIUS'SCHE BUCH- UND KUNSTHANDLUNG)
WILHELMSTRASSE 90.

JAHRGANG XXXIX. 1889. HEFT VII BIS IX.

Die Reichsdruckerei in Berlin

von C. Busse.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 38 bis 40 im Atlas.)

Die Reichsdruckerei ist aus der Verschmelzung der im Jahre 1851 errichteten, vom Reiche auf Grund des Gesetzes vom 15. Mai 1879 erworbenen Königlich preufsischen Staatsdruckerei mit der zufolge des Gesetzes vom 23. Mai 1877 für das Reich angekauften Deckerschen Geheimen Ober-Hofbuchdruckerei entstanden und dem Staatssecretär des Reichs-Postamts unterstellt.

Da die in der Wilhelmstrafse belegenen Grundstücke der Deckerschen Anstalt für andere reichsdienstliche Zwecke Verwendung finden sollten, wurden im Jahre 1879 die Liegenschaften der früheren preufsischen Staatsdruckerei in der Oranienstrafse Nr. 92/94 durch den Ankauf der benachbarten Grundstücke Nr. 90 und 91 erweitert, und demnächst durch alsbald in Angriff genommene Neubauten die zur Aufnahme beider Anstalten erforderlichen Räume geschaffen.

Von den im Jahre 1879 vorhandenen Baulichkeiten blieben erhalten:

1. Das Vorderhaus Oranienstrafse Nr. 92/94, welches von der Hauptverwaltung der Staatsschulden benutzt wird.

2. Ein diesem Vordergebäude paralleles, gleich langes Werkstattgebäude, das „alte“ genannt, welches zwar dieselbe Geschofshöhe, wie das Vorderhaus, aber gröfsere Achsenweite hat.

3. Das an das Nachbarhaus Oranienstrafse Nr. 95 angelehnte „alte“ Verwaltungsgebäude.

Für die neu herzustellenden Gebäude waren, abgesehen von ihren Abmessungen, folgende Gesichtspunkte mafsgebend:

1. Der Zugang zu sämtlichen Arbeitsstätten sollte der Controle der Arbeiter wegen durch einen einzigen Eingang erfolgen.

2. Die dem Publicum zugänglichen Geschäftsräume und die Verwaltungsräume sollten möglichst nahe der Strafse und bequem erreichbar angeordnet werden.

3. Zur Errichtung eines Kessel- und Maschinenhauses sollte ein besonderer Hof inmitten der Arbeitsräume angelegt werden.

4. Die Geschofshöhen, sowie die Aufsenformen der Gebäude sollten sich denjenigen der vorhandenen Häuser anschliefsen; nur die Architektur des Verwaltungsgebäudes war abweichend von den Vorderhäusern Oranienstrafse Nr. 92/94 in Ziegelrohbau auszuführen.

5. Sämtliche Arbeiten waren so fertig zu stellen, dafs keine Unterbrechung des Betriebes zu erfolgen hatte.

Unter Festhaltung dieser Gesichtspunkte wurden in den Jahren 1879 bis 1881 die folgenden Gebäude entworfen und ausgeführt:

a) Das neue Verwaltungsgebäude mit zwei Seitenflügeln auf dem Grundstücke Oranienstrafse Nr. 90/91.

b) Das neue Werkstattgebäude in der Verlängerung des linken Seitenflügels dieses neuen Verwaltungsgebäudes.

c) Das Oberlichtsaal-Gebäude zwischen dem neuen Werkstattgebäude und dem oben genannten alten Verwaltungsgebäude. (Der Fufsboden dieses Hauses, d. h. eines Schnellpressen-Oberlichtsaales, liegt in gleicher Höhe mit demjenigen der Kellerräume, und der Bau ist so weit in die Höhe geführt, dafs die Fenster des ersten Stockwerks — zweiten Geschosses — der nebenbelegenen Gebäude auf sein flaches Dach führen).

d) Das Kessel- und Maschinenhaus nebst einer Unterkellerung des um dasselbe belegenen Hofraumes.

e) Das Remisengebäude im Anschlufs an den rechten Seitenflügel des neuen Verwaltungsgebäudes.

Die in der Reichsdruckerei auszuführenden Arbeiten betreffen der Hauptsache nach:

1. Geldwerthe Papiere, nämlich Postwerthzeichen und Stempelmarken, Schuldverschreibungen und Zinsscheine, Banknoten und Reichskassenscheine.

2. Gewöhnliche, nicht geldwerthe Drucksachen, meist mit geheim zu haltendem Inhalte.

3. Kunstdrucke, welche mit Hülfe verschiedener, der Reichsdruckerei eigenthümlicher Lichtdruckverfahren ausgeführt werden.

Der Oberlichtsaal mit seinen Nebenräumen ist für die Herstellung der Postwerthzeichen (Freimarken, Postkarten, Postanweisungen und Streifbänder) bestimmt, welche hier gedruckt, geschnitten und verpackt werden.

Das neue Werkstattgebäude enthält im Keller- und Erdgeschofs Schnellpressen zur Herstellung der gewöhnlichen Buchdruckarbeiten. Die oberen Geschosse, das zweite und dritte, bilden je einen Setzersaal für hundert Setzer, im vierten Geschofs — Dachgeschofs — ist die Buchbinderei untergebracht.

Das alte Werkstattgebäude enthält die Räume für den gesamten Kunst- und Werthdruck. Im Keller befindet sich das Papierlager und die Papierfeuchterei; im Erdgeschofs sind aufser dem Postwerthzeichen-Lager, von dem aus die Postwerthzeichen an die sämtlichen Oberpostkassen und eine Anzahl der gröfseren Postämter versandt werden, eine Rotationspresse, das Schriftenlager und eine galvanoplastische Werkstatt zur Herstellung der Kupferdruckplatten untergebracht. In den oberen Geschossen enthält das alte Werkstattgebäude nur je zwei grofse Arbeitssäle. Es befinden sich im zweiten Geschofs Räume für die Anfertigung gestempelter Briefumschläge, für Lochmaschinen und für den Kupferdruck, im dritten Geschofs Räume für den Stein- und Zinkdruck, im vierten Geschofs Appreturräume und Trockenböden. Die mittels Kupferdruck hergestellten geldwerthen Papiere müssen nach dem Druck drei bis vier Tage trocknen und werden später zur gröfseren Haltbarkeit geleimt und aufs neue getrocknet. Aus dem Trockenboden gelangen die Werthpapiere in die nebengelegene Appretur, wo die Druckbogen geglättet, in Einzelscheine zerlegt, numerirt, geripppt, gestempelt und verpackt werden.

Das frühere Verwaltungsgebäude wurde für die Zwecke der chalkographischen Abtheilung bestimmt und enthält demgemäfs die Zurichtungsräume für Glas- und Kupferlichtdruckplatten, die erforderlichen Arbeitsräume für Licht- und Kupferdrucker, sowie Lichtbild-Aufnahme-Werkstätten.

Im neuen Verwaltungsgebäude befinden sich links von der Durchfahrt die Räume, zu denen das Publicum einen möglichst ungehinderten Zutritt haben mufs, nämlich nach der Strafse zu Lager- und Verkaufsräume für Formulare. Rechts von der Durchfahrt ist die Kasse der Reichsdruckerei untergebracht, welche auch die Aufbewahrung und den Vertrieb der Patentschriften wahrzunehmen hat. Als Lagerraum für letztere dient das ganze rechtsseitige Erd- und Kellergeschofs, das linksseitige Keller- und Erdgeschofs dient zur Lagerung der Betriebsmaterialien. Im zweiten Geschosse befinden sich die Verwaltungsräume, und zwar die Dienstzimmer für den stellvertretenden Director, den Ober-Betriebsinspector und den Betriebsinspector, sowie die Schreibstuben für die übrigen Beamten. Im dritten Geschofs (Blatt 40), welches im rechten Seitenflügel nicht bebaut, sondern flach abgedeckt wurde, befinden sich die Diensträume des Directors (Arbeits-, Empfangs- und Bibliothekzimmer), sowie dessen Dienstwohnung. Das durch Oberlicht erleuchtete Dachgeschofs enthält Räume für Zeichner. Die nothwendige Controle der Arbeiter wird dadurch erreicht, dafs das Grundstück der Reichsdruckerei nur von dem Haupteingange in der Oranienstrafse Nr. 90/91 betreten werden kann, und dafs aufserdem sämtliche mit der Herstellung der Werthpapiere beschäftigten Personen die Durchfahrt des neuen Werkstattgebäudes betreten müssen. Während für die Neubauten die Geschofshöhe der vorhandenen Bauten beibehalten wurde, mufste die Achsenweite in den Arbeitsräumen b) und c) ihrer Bestimmung entsprechend verändert werden. Dem neuen, hauptsächlich zur Unterbringung der Setzer bestimmten Werkstattgebäude b) wurde eine Achsenweite von 2,5 m, dem Oberlichtsaal c) dagegen eine solche von 3,36 m, wie sie für die Aufstellung von Schnellpressen geeignet erschien, gegeben.

Wie in den vorhandenen Gebäuden wurden in dem Verwaltungs- und im neuen Werkstattgebäude fünf nutzbare Geschosse, einschliefslich Keller- und Dachgeschofs angeordnet. Bei der Mehrzahl der neuerrichteten Gebäude bildet die Decke des letzten Geschosses auch das Dach; unbenutzte Räume sind daher auch unter dem Dache nicht vorhanden. Im Interesse der Feuersicherheit wurden hier zum ersten Male in Berlin die Decken der Neubauten zwischen T Trägern aus gewölbtem, verzinktem Wellblech hergestellt, welches eine im Scheitel 10 cm starke Betonüberschüttung erhielt. Auf diese Decke sind die Lagerhölzer und Fufsböden in üblicher Weise verlegt worden. In den Räumen, welche keinen hölzernen Fufsboden erforderten, wurde die Wölbung des Wellblechs entsprechend verstärkt und unmittelbar auf die Betonirung ein Asphalt- oder Gips-Estrich aufgebracht. Für die Heizung der Räume ist grundsätzlich Dampfheizung gewählt und zwar, da die Betriebsmaschinen mit Condensation arbeiten, mit Frischdampf, der in seiner Spannung auf eine Atmosphäre Ueberdruck beschränkt wird. Das Dampfwasser fliefst in einen Behälter des Kesselhauses, von dem aus es bei eben für Injectoren angängigen Temperaturen (etwa 40° C.) in den Kessel gedrückt wird. Die Beheizung erfolgt in den Schreibstuben der Beamten mit Dampfwasseröfen, in den Maschinen- und Pressensälen durch Fensterwandstränge oder Heizkörper in den Fensternischen, in den Arbeitsräumen für Graveure, Revisoren usw. und andere am Fenster arbeitende Personen mittels schwachwirkender Fensterstränge und Dampfwasseröfen oder ummantelter Rippenkörper hinter den Sitzen in der Tiefe des Zimmers oder der Säle, in den Setzersälen theils durch Fensterstränge, theils mittels Luftheizung mit Absaugung der verbrauchten Luft am Fufsboden. Bezüglich der Wasserversorgung sei erwähnt, dafs die Anstalt neben ausreichenden Anschlüssen an die städische Wasserleitung eine eigene Wasserversorgung besitzt, die ohne Behälter lediglich mit Sicherheitsventilen und einer selbstregulirenden Pumpe arbeitet. Die Beleuchtung der Räume erfolgt zur Zeit noch durch Gas aus den städtischen Gasanstalten; nur der Oberlichtsaal wird durch elektrische Bogenlichtlampen erleuchtet. Die Errichtung einer eigenen elektrischen Anlage für Bogenlicht und Glühlicht, letzteres für die Setzersäle, ist in der Ausführung.

Die Architektur des Verwaltungsgebäudes schliefst sich den Bauformen der italienischen Frührenaissance an (Blatt 38 und 40). Die Flächen sind in Laubaner Ziegeln von tiefrother Farbe, die Gesimse und Säulen in Miltenberger Sandstein ausgeführt. Die Rundbogenöffnungen sind im Erdgeschofs hallenartig, in den beiden oberen Stockwerken in Gruppen zusammengezogen angeordnet und der verschiedenen Bedeutung der Räume entsprechend mehr oder weniger reich umrahmt worden. Einen vornehmen Schmuck erhielt das Gebäude durch den in bunten Farben ausgeführten Majolica-Fries, sowie durch die in gleicher Weise hergestellten Brustbilder Dürers, Gutenbergs und Holbeins d. J., welche in die Bogenfüllungen der oberen Fenstergruppen eingefügt wurden. Von einer Ausschmückung der Innenräume ist mit Rücksicht auf den Zweck des Gebäudes, mit alleiniger Ausnahme der Haupttreppe, abgesehen worden.

Nach Vollendung der im Jahre 1879 begonnenen Neubauten stellte sich bei der schnellen Zunahme des Geschäftsverkehrs sehr bald ein fühlbarer Raummangel ein, welchem zunächst durch Anmiethung in der Nähe der Reichsdruckerei gelegener Räume und nunmehr endgültig durch den Ankauf der benachbarten Grundstücke, auf welchen umfangreiche Erweiterungsbauten hergestellt werden sollen, begegnet wurde.

Wohnhaus Hartung in Charlottenburg.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 41 im Atlas.)

In den Thälern Tirols fallen dem Reisenden die breit gelagerten Wohnhäuser auf mit ihren weitausladenden, flachen Dächern. Es sind überwiegend Steinbauten. Ihre Mauern sind in Bruchsteinen aufgeführt, demgemäfs in schlichten Formen behandelt und, wie bei uns in den Gebieten des Bruchsteinbaues, verputzt. Die Grundrisse sind überaus einfach, selten springen Stuben aus dem rechteckigen Plane vor. Die Hauptzierde dieser Häuser bilden das erwähnte Dach, die Fenstergruppen und die Erker, von denen ein sehr ausgiebiger Gebrauch gemacht wird. Der Bruchsteinbau bringt es mit sich, dafs die Fenstergestelle und Erker aus Holz hergestellt sind, nur selten ist in Tirol eine Ausnahme zu verzeichnen, wie z. B. an dem aus gothischer Zeit stammenden Rathhause in Sterzing. Auf einer eigenartig gebildeten Mauerauskragung erheben sich die Brüstungen der

Erkerchen. Die Gestelle, also Schwellen, Pfosten und Rähm, sind zierlich in Holz gefertigt, darüber ein Dach von Stein in flacher Pyramidenform. An diesen Fenster- und Erker-Pfosten zeigt der Tiroler Zimmermann seine Geschicklichkeit. Die verschiedenste Ausbildung hat er ihnen gegeben: bald treten sie uns einseitig nach vorn geschweift, bald als zierliche Candelabersäulchen ausgebildet entgegen. Die Rähme bilden feingegliederte Renaissance-Zahnschnittgesimse, wie überhaupt die Formen der späteren Renaissancezeit entlehnt sind. Einen besonderen Einfluſs auf die Gesamtwirkung dieser Häuser haben Malerei und Schmiedekunst. Die Oberdeutschen waren treffliche Schmiede und die Erfindung und Ausführung ihrer Arbeiten hat kaum ihres gleichen.

Die im vorstehenden in ihren wesentlichen Punkten dargelegte künstlerische und technische Eigenart des Tiroler Hauses hat das Vorbild geliefert für ein Wohnhaus, welches sich der Unterzeichnete in Charlottenburg gebaut hat, und dessen Entwurf von ihm in Gemeinschaft mit Herrn Prof. K. Schäfer gefertigt worden ist.

Die auf Blatt 41 gegebenen Darstellungen veranschaulichen den Bau. In den nachfolgenden Zeilen sei nur erwähnt, was aus den Zeichnungen nicht ohne weiteres hervorgeht oder für das Verständniſs der Anlage nothwendig erscheint. Der hakenförmige Grundriſs ermöglicht bei der schmalen, nur 18 m breiten Baustelle eine durchweg unmittelbare Beleuchtung der Räume und ergiebt einen kleinen Hof, der von der Straſse durch eine hohe Mauer abgeschlossen ist. Im Hofe liegt die mit eisernem Pultdach überdeckte Steintreppe, die nach dem Haupteingange im erhöhten Erdgeschosse führt. Ein zweiter Eingang, für den Wirthschaftsverkehr, befindet sich zu ebener Erde an der Hintertreppe. Das Haus gliedert sich in zwei Theile: einen vorderen mit den die Treppenhalle einschliesſsenden Wohnzimmern, und einen hinteren mit den Wirthschaftsräumen an der Nebentreppe. Die ersteren haben gröſsere Stockwerkshöhen erhalten als die letzteren, eine Anordnung, welche die Gestaltung des über das ganze Gebäude sich erstreckenden Satteldaches günstig beeinfluſste. Denn trotz der gruppirten Anlage zeigt dieses in Doppeldeckung mit Kalkverstrich hergestellte Dach, wenn von den kleinen Dachgaupen abgesehen wird, keine einzige Kehle. Und gerade in diesem Punkte wird heutzutage bei der Gestaltung von Hausgrundrissen oft gesündigt. Der Grundplan kann vielen nicht genug vorspringende Räume haben, das Dach nicht genug Dächelchen, Thürmchen und Spitzchen. Auf den Dächern sieht es deshalb meist schlimm genug aus, von einer architektonischen Bewältigung der Schornsteine, Oberlichter usw. ist keine Rede, man bekommt den Eindruck, als höre die Mitwirkung des Künstlers beim Dachgesims auf, und würden alle über diesem liegenden Bautheile, die doch in der Gesamterscheinung des Hauses so wesentlich mitsprechen, der einsichtslosen Gewohnheitsmache der irregeleiteten Bauhandwerker überlassen. Die Fenstergestelle sind in Holz gefertigt, die Erker ganz in Stein, da die baupolizeilichen Bestimmungen bei uns die Tiroler Herstellungsweise verbieten. Einige Räume haben Steindecken erhalten, sie sind als verputzte Zellengewölbe nach sächsischen Vorbildern, d. h. also derart, daſs der Gratstein nicht spitz verhauen wird, sondern rechtwinklig bleibt, in Backsteinen ausgeführt. Die Wirkung dieser eng getheilten Gewölbe ist gut und dem Wesen der bürgerlichen Bauweise entsprechend, überdies bietet ihre Ausführung keine Schwierigkeiten. Im übrigen sind Stuck- und Holz-Decken zur Anwendung gekommen, diese in der Treppenhalle und dem Eſszimmer als einfache Verschalungen mit aufgenagelten, profilirten Leisten, jene mit gezogenen Wandkehlen und geschwungenen, kräftig profilirten Leisten in der Art, wie man sie noch heutigen Tages an bürgerlichen Ausführungen des 17. und 18. Jahrhunderts vielfach erhalten findet. Die Decke des Zimmers der Frau zeigt auſser den erwähnten Leisten und Kehlen frei an Ort und Stelle hergestellten reichen Arabeskenschmuck. Sämtliche Wohnräume des Erdgeschosses haben 2 m hohe Wandverkleidungen aus Kiefernholz erhalten, die wie alles Holzwerk an Thüren und Fenstern mit Umbra in Oel deckend gestrichen sind. Alle Beschlagtheile wurden geschmiedet und verzinnt.

Besondere Erwähnung verdient die farbige Behandlung der Straſsenfront. Der Entwurf ihrer Bemalung rührt von Herrn Otto Hupp in München her und wurde mit Keimschen Mineralfarben zur Ausführung gebracht. Die Herstellung des für diese Maltechnik erforderlichen Putzes ist in der Fachpresse oft genug erörtert worden, sodaſs sie hier als bekannt vorausgesetzt werden darf. Wohl aber wird über die farbige Behandlung eine kurze Bemerkung am Platze sein. Eine starke Umriſslinie in Schwarz erscheint auf jeden Fall erwünscht; Versuche, die der Unterzeichnete mit Braun machte, miſslangen, nur der schwarze Umriſs befriedigte und machte die Farben frisch. Mit den rothen, grünen und sonstigen farbigen Tönen (lauter Erdfarben) wurde dann nur ausgemalt, und zwar so, daſs Lichter nicht etwa durch deckendes Weiſs, sondern derart erhalten wurden, daſs man an den betreffenden Stellen den weiſsen Malgrund durchscheinen lieſs. Die Wirkung ist ähnlich der einer ausgemalten Federzeichnung, und das Leichte, Ungekünstelte einer einfachen Façadenmalerei erscheint auf diese Weise mit wenigen Mitteln erreicht. Alles Holzwerk im Aeuſseren erhielt daneben einen deckenden Oelfarbenanstrich mit englischem Roth.

Auch die Durchführung im übrigen ist durchweg nach den Regeln gesunder, echter Technik erfolgt. Der Sandstein, mit groſsen Fugen in Kalkmörtel versetzt, wurde nicht geschliffen, sondern nur mit dem Flächhammer bearbeitet. Der Stein behält dadurch sein schönes, körniges und felsiges Aussehen und gleicht nicht gefärbtem Putz oder todtem Kunststein, wie bei jenen in Berlin leider die Regel bildenden Hausteinarchitekturen, bei denen der schönste und edelste Sandstein durch glattes Abschleifen seines frischen Lebens und seiner eigenartigen Schönheit beraubt wird. Ebenso wurde für alle anderen am Bau vorkommenden Arbeiten die gesunde Handwerksmache des Mittelalters gewählt. So sind die hölzernen Fenstergestelle bei Aufführung der Umfassungen mit eingemauert, die Profile an Holzständern der Treppen usw. nicht durch angenagelte oder angeleimte Leisten hergestellt, sondern aus dem vollen Holze gearbeitet worden. Wo an Thürumrahmungen reichere, durch Pilaster und Gebälke hergestellte Architekturen vorkommen, wurden sie mittels aufgenagelter Brettlagen oder gekehlter Bohlstücke, letztere für die Gesimse, hergestellt, also nicht kastenartig, wie heutzutage üblich, gebildet. Das durchweg angewandte Kiefernholz bedingt wegen seines sehr verschiedenartigen inneren Gefüges und seiner wechselnden Naturfarbe zur Erzielung einer ruhigen, gleichartigen Gesamterscheinung einen deckenden Anstrich. Es ist deshalb, wie schon erwähnt, mit einem solchen versehen worden. Die in neuerer Zeit

namentlich bei der Ausstattung unserer Bierpaläste bevorzugte farbige Behandlung der Täfelungen durch Firnissen und Lacküberzug läfst, abgesehen von der häfslichen gelbrothen Farbe, das Ganze unruhig erscheinen; häufig kommt es vor, dafs neben einem tiefrothen Rahmstück eine hellgelbe Füllung steht, und dafs durch diese grelle Verschiedenheit der Färbung die Wirkung der Gliederung des Holzes leidet, auf die es dem Architekten gerade ankam. Der deckende Anstrich ist das richtige Mittel, diesen Uebelstand zu beseitigen. Auch dem Schmiedewerk, Gittern u. dgl., wurde ein Schmuck durch deckende Farbe verliehen. Zu Schwarz und Weifs treten Grün, Roth und Gold. Auf die Vollendung der Schmiedearbeit wurde grofses Gewicht gelegt; die Thür- und Fensterbänder, so verschiedenartig sie immer gestaltet sind, sind, wie oben gesagt, sämtlich geschmiedet, d. h. also ohne Verwendung der Feile im Feuer mit dem Hammer fertig gemacht. Ein derartig hergestelltes Thürband erscheint reizvoller, die Unebenheit der Oberfläche, die verschiedene Stärke des Bandes, je nachdem es verzweigt und ausgeschmiedet, verleihen ihm den eigenartigen Reiz der Handarbeit. Es verdient hier hervorgehoben zu werden, dafs der hohe Grad von Handfertigkeit, welchen der Berliner Handwerker besitzt, diesen befähigt, Anforderungen der Architekten gerecht zu werden selbst in dem Falle, dafs ungewöhnliche Arbeiten von ihm verlangt werden, und diese Erfahrung berechtigt zu der Hoffnung, dafs bei weiterer Verbreitung der im vorstehenden gestreiften Grundsätze die gediegene, auf dem mittelalterlichen Vorbilde fufsende Handwerksübung imstande sein wird, auch mit Bezug auf den Kostenpunkt mit den heut üblichen Ausführungen in Wettbewerb zu treten.

Hugo Hartung.

Das neue Strafgefängnifs in Preungesheim bei Frankfurt a/M.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 42 bis 44 im Atlas.)

Das in den Jahren 1884 bis 1888 neu erbaute Strafgefängnifs für das Landgericht in Frankfurt a/M. liegt 3,5 km von der Stadt entfernt, an der nach Homburg v. d. H. führenden Landstrafse auf freiem Feldgebiet. Oestlich der Strafse erheben sich innerhalb der Gemarkung Preungesheim auf sanft ansteigendem Erdboden das Männergefängnifs mit seinen Nebenbauten und Höfen, das Weibergefängnifs mit gleichem Zubehör, zu dem ein Wohnhaus für Pförtnerin und Aufseherinnen gehört, und eine Gruppe von vier Aufseherhäusern der Männerabtheilung. Westlich der Landstrafse liegen auf der Gemarkung Eckenheim fünf Beamten- und drei Aufseherhäuser mit schönem Blick auf den Taunus, das Main- und Widdathal. Die gesamte Grundfläche des Strafgefängnisses beträgt 53265 qm, von denen auf Gebäude 8431 qm, auf Höfe und Wege 30788 qm, auf Gärten und Ländereien 14046 qm kommen. Die Gefängnifsgebäude sind für Einzelhaft eingerichtet.

Das Männergefängnifs ist für 416 Gefangene bestimmt, welche in 360 Haft- und 56 Schlafzellen in vier Geschossen untergebracht werden. Die vier in Kreuzform angeordneten Flügel des Gebäudes schliefsen sich an eine Mittelhalle an. Der südwestliche Flügel, in dessen Giebel der Haupteingang liegt, enthält aufser den Aufnahmezellen und dem Reinigungsbaderaum 22 Schlafzellen, sonst Vorraths- und Verwaltungsräume und die Kirche. In den drei anderen Flügeln befinden sich ausschliefslich Haftzellen und 24 Schlafzellen. Die Mittelhalle nimmt im Kellergeschofs die ganze Heizungs- und Badeofen-Anlage auf. Zu ersterer gehören ein Ofen zur Herstellung vorgewärmter Frischluft und vier Heizkessel, zu letzterer zwei Badeöfen. Im Erdgeschofs schliefsen sich an die Mittelhalle ein Bade- und ein Vorrathsraum, an den südöstlichen Gebäudeflügel zwei eingeschossige Schulzimmer an. Die Haftzellen liegen in den Gebäudeflügeln zu beiden Seiten eines durch alle Geschosse reichenden 4,5 m breiten Flures und sind von den an dessen Wänden entlang geführten Umgängen aus zugänglich. Jede Zelle hat eine Länge von 3,9 m und 2,2 m oder 2,8 m Breite. Ueber den breiteren liegen in den oberen Geschossen je zwei Schlafzellen, durch massive Wand getrennt. Die Kirche hat Sitze für 300 Gefangene und die Anstaltsbeamten, jeder Schulraum 40 Sitze. Das Gebäude ist in einfacher Gestaltung in Backsteinbau, mit Verblendung von gewöhnlich guten Ringofensteinen ausgeführt und mit deutschem Schieferdach bedeckt.

Die Innenräume, mit Ausnahme der Kirche und der Schulzimmer, sind überwölbt, alle Fufsböden, abgesehen von denen der ebengenannten Räume und der Verwaltungszimmer, mit Asphaltbelag und dergleichen Wandleisten versehen. Die Umgänge der Flure wurden auf Eisenconstruction durch Cementkappen nach Monierscher Art gebildet, für die Treppen kam Basaltlava zur Verwendung. Kirche, Schulzimmer und Baderaum haben Ofenheizung, im übrigen geschieht die Erwärmung durch Warmwasserheizung. In den Verwaltungs- und Aufnahmeräumen sowie in den Fluren sind Heizkörper aufgestellt, die Haftzellen dagegen werden durch die von den im Dachboden liegenden Vertheilungsrohren abgezweigten, senkrechten Fallrohre erwärmt. Letztere münden in den Flurräumen des Kellergeschosses in die hier in Canälen unter dem Fufsboden liegenden Rücklaufrohre der Heizung. Die Wärmeabgabe der Rücklaufrohre ist noch für die Flurräume nutzbar gemacht. Den Zellen wird frische, vorgewärmte Luft von den Fluren aus zugeführt, die Abführung der verdorbenen Luft geschieht mittels lothrecht in den Wänden aufsteigender, in jeder Zelle über dem Abortsitze mündender Rohre, welche im Dachboden in wagerecht liegende, massive Canäle eingeführt sind, aus denen in jedem Flügel zwei Abzugsschlote über Dach hinausgehen.

Die Wasserzuführung für das Gebäude wird durch zwei Pumpen mit Handbetrieb bewirkt, die in der Minute 120 Liter nach den im Dachraum stehenden acht eisernen Wasserbehältern von je 2 cbm Inhalt fördern, von welchen aus das Wasser den Zapfhähnen in den Fluren, den Spülzellen und Feuerhähnen zufliefst. Zur gleichmäfsigen, ununterbrochenen Füllung der Spritzen bei Feuersgefahr sind zwei Feuerhähne in den Höfen angebracht, welche von der doppelt überwölbten Pumpenkammer aus stetig mit nahezu 200 Liter Wasser in der Minute gespeist werden können. Dem Baderaume, welcher in Holzverschlägen acht Brause- und zwei Wannenbäder enthält, wird das warme Wasser durch den Druck des kalten aus den erwähnten, unmittelbar darunter liegenden Badekesseln zugeführt. Die Mischung von kaltem und

warmem Wasser bewirkt der Aufseher aufserhalb der Badezellen. Zur Aufnahme der Entleerungen ist in jeder Zelle ein Steingutgefäfs mit Wasserverschlufs, in einem Gestell von polirten Schieferplatten stehend, vorhanden. Die Reinigung der Gefäfse geschieht in den Spülzellen nach eisernen fahrbaren Tonnen hin, welche in eine aufserhalb der Umfriedigungsmauern liegende, für die Düngerbereitung vorgerichtete Grube entleert werden. Alle übrigen Abflüsse aus dem Innern und Aeufsern der Gebäude werden in Thonrohren vermittelst eines etwa 1000 m langen Sammelrohres in vorhandene Abzugsgräben geleitet. Die Beleuchtung des Gebäudes geschieht durch Petroleum.

Die Baukosten des Männergefängnisses betragen rund 595000 ℳ, und zwar ergeben sich für 1 qm bebaute Grundfläche rund 200,50 ℳ, für 1 cbm Rauminhalt 14,48 ℳ, für die Nutzeinheit 14,30 ℳ.

Das Wirthschaftsgebäude der Männerabtheilung enthält eine Koch- und eine Waschküche mit Zubehör, im Kellergeschofs Vorrathsräume, im Dachgeschofs einen Roll- und Trockenboden und die Vorrathskammern des Hausvaters. Die Kochküche ist mit Senkingschen Kochgefäfsen und zwar mit zwei Gemüsekesseln zu je 600 Liter, einem Fleischkessel von 300 Liter und einem Wasserkessel von 500 Liter Inhalt, ferner mit einem kleinen Herde zum Schmelzen von Fett und zum Kaffeebrennen, sowie mit einem ebensolchen zur Bereitung von Krankenkost ausgestattet. In der Waschküche sind ein Ofen zur Erwärmung der Luft für die darüber liegende Trockenkammer, daneben ein Entseuchungsofen mit Rippenheizkörper und einem kleinen Dampfentwickler, ferner zwei Warmwasserkessel von je 400 Liter aufgestellt. Zur Spülung der Wäsche dient ein Spülholländer, zur Austrocknung eine Schleudermaschine, zur Beförderung nach dem Dachboden ein Aufzug in massiven Umschliefsungswänden. Die vollständige Beseitigung der Wasserdämpfe in Koch- und Waschküche geschieht durch einen Saugeschlot, in welchem ein gufseisernes Feuerrohr liegt, das täglich durch einen Kessel der Kochküche, im übrigen bei Benutzung des erwähnten Trockenkammerofens durch diesen erwärmt wird. Die Trockenkammer im Dache hat 25 Coulissen. Ein Abortraum ist mit Heidelberger Tonneneinrichtung versehen. Die Räume des Hausvaters enthalten getrennt das Lager für die eigenen Kleider der Gefangenen und für die Wäsche und Bekleidungsgegenstände der Anstalt. Für Küchen- und Kohlenvorräthe sind die Kellerräume in Anspruch genommen. Das Gebäude ist im Aeufseren dem Männergefängnifs entsprechend ausgeführt, alle Kellerräume, die Küche, Waschküche und Trockenkammer sind zwischen Eisenträgern überwölbt, die Fufsböden im Hauptgeschofs mit Mainsandsteinplatten belegt. Die Waschküche wird mittels Handpumpe aus der Cisterne mit Regenwasser, aus dem Hofbrunnen mit Spülwasser versehen, auch die Kochküche hat eine besondere Pumpe, die aus dem Brunnen das Wasser entnimmt. Zur Gewinnung eines kleinen Wasservorraths für die Speisung des Dampfapparates und bei Feuersgefahr dient ein im überwölbten Treppenraum angebrachter, eiserner Wasserbehälter mit Feuerhahn. Die Entwässerung und Beleuchtung geschieht wie im Männergefängnifs. Die Baukosten des Gebäudes belaufen sich auf rund 58800 ℳ und betragen für 1 qm Grundfläche 152,53 ℳ, für 1 cbm Rauminhalt rund 15 ℳ.

Das Pferdestall- und Schuppengebäude auf dem Wirthschaftshofe ist ein Geschofs hoch und enthält die zum äufseren Betriebe der Anstalt erforderlichen Räume sowie vier geschlossene Schuppen für Fabricanten. Zur ersteren Abtheilung gehören ein grofser Vorrathsraum des Arbeitsinspectors, Stallung für zwei Pferde nebst Futterkammer, ein Aufseherraum, Wagenschuppen, Spritzenhaus und Gerätheraum. Auch dieses Gebäude ist im Innern und Aeufsern in einfachem Backsteinbau ausgeführt und mit Holzcementdach versehen. Der Pferdestall ist überwölbt. Der Fufsboden ist in dem Aufseherraume gedielt, im Stall und im Raume des Arbeitsinspectors hochkantig mit Ziegeln, im übrigen mit Bruchsteinen gepflastert. Die Baukosten des Gebäudes belaufen sich auf rund 11300 ℳ und betragen für 1 qm Grundfläche 22,70 ℳ, für 1 cbm Rauminhalt 6,14 ℳ.

Das Krankenhaus ist mit einem besonderen Hofe versehen, hat ein durchgehendes Kellergeschofs und ein Hauptgeschofs, in welchem 10 Krankenzimmer für zusammen 16 Betten, je ein Zimmer für den Arzt, den Aufseher und Bäder, sowie eine Spülzelle mit Abort liegen. Ein Krankenzimmer ist für Geisteskranke eingerichtet. Das Kellergeschofs enthält eine Leichenkammer, eine Waschküche, im übrigen Vorrathsräume. Sämtliche Räume im Hauptgeschofs, mit Ausnahme der Spülzelle und des Badezimmers, welche Asphaltfufsböden haben, sind gedielt. Das Kellergeschofs ist überwölbt, alle anderen Decken sind auf Lattung unter den Balken geputzt. Mit Wasser versorgt wird das Gebäude von den Wasserbehältern des Männergefängnisses her. Die Krankenzimmer haben Mantelöfen, die mit Ausnahme des in der Zelle für Geisteskranke stehenden von innen geheizt werden. Frische, vorgewärmte Luft wird diesen Oefen vom Flur her durch Rohrcanäle zugeführt. Der Flur, welchem frische kalte Luft von zwei im Kellergeschofs liegenden Luftkammern her zuströmt, erwärmt sich durch zwei grofse Mantelöfen, deren Rauchrohre im Dache in gemauerten Schloten stehen, die zur Ansaugung der verdorbenen Luft aus den Krankenzimmern dienen. Den Schloten zugeführt wird diese schlechte Luft durch einen hölzernen, innen mit Zink bekleideten Canal, der auf dem Fufsboden des Dachgeschosses liegt. Der Abort ist mit Tonneneinrichtung versehen. Das Aeufsere des Hauses ist dem Wirthschaftsgebäude entsprechend gehalten. Seine Baukosten betragen rund 48000 ℳ, für 1 qm Grundfläche 114 ℳ, für 1 cbm Rauminhalt 14,25 ℳ.

Die Verbindungshalle zwischen dem Wirthschaftsgebäude, dem Krankenhause und dem Männergefängnifs liegt vor dem Haupteingange des letzteren, ist offen, in Ziegelrohbau hergestellt, das Dach des Mittelbaues mit Schiefer, das der Flügelbauten mit Pappe eingedeckt. Die in der Halle liegende Freitreppe ist von Basalt, der Fufsboden mit Cementkappen auf Moniersche Art hergestellt. Die Baukosten betragen rund 6700 ℳ, für 1 qm Grundfläche 59 ℳ.

Das Thorhaus enthält die Einfahrt zur Männerabtheilung, Räume für den Wächter, Lampenputzer und Vorräthe, sowie die Dienstwohnung des Pförtners. Im Kellergeschofs sind Vorrathsgelasse, im Dachgeschofs eine ausgebaute Kammer vorhanden. Das Gebäude ist als Backsteinbau mit Schieferdach ausgeführt. Kellerräume sowie die Durchfahrt haben gewölbte, alle übrigen Räume Balken-Decken. Die Wasserversorgung erfolgt vom Männergefängnifs her. Die Baukosten betragen rund 23250 ℳ, für 1 qm Grundfläche 102,42 ℳ, für 1 cbm Rauminhalt 13,90 ℳ.

Die Weiberabtheilung des Gefängnisses mit besonderem Hof enthält zunächst das Weibergefängnifs. Dasselbe ist

für 85 Gefangene bestimmt, die in vier Geschossen in 71 Haft- und 14 Schlafzellen untergebracht werden. Aufserdem sind Verwaltungsräume, Aufseherinnenzimmer, drei Krankenzimmer, ein Betsaal, drei Straf-, eine Aufnahme- und drei Badezellen, sowie einige Vorrathsräume im Gebäude vorhanden. Die äufsere Bauart sowohl wie die inneren Einrichtungen entsprechen in allen Theilen denen des Männergefängnisses, indessen sind die Flurumgänge gewölbt und mit Asphaltbelag versehen. Für die Warmwasserheizung und die Erwärmung des Badewassers ist ein Heizraum unter dem Fufsboden des Kellergeschosses angelegt, in welchem zwei Heizöfen, zwei Badeöfen und ein Ofen zur Vorwärmung der Zuluft stehen. Die Baukosten betragen rund 133000 ℳ, für 1 qm Grundfläche 212,63 ℳ, für 1 cbm Rauminhalt 15,13 ℳ.

Das Wirthschaftsgebäude im Weibergefängnifs liegt auf dem Hofe des letzteren und enthält in einem Geschofs eine Koch- und eine Waschküche mit kleinen Nebenräumen. In der Kochküche sind ein Senkingscher Gemüsekessel zu 120 Liter Inhalt, ein Fleischkessel von 70 Liter und ein Wasserkessel von 70 Liter Inhalt sowie ein Herd für Krankenkost, in der Waschküche drei Kesselherde von bezw. 250, 200 und 90 Liter Inhalt aufgestellt. Der Dachboden dient zum Wäschetrocknen und kann durch einen Ofen erwärmt werden. Das Gebäude ist wie alle anderen in Backsteinbau aufgeführt und mit einem mit Pappe gedeckten Pultdach versehen. Die Küchenräume sind überwölbt, alle übrigen haben Balkendecken. Die Fufsböden sind mit Mainsandsteinplatten belegt. Die Baukosten des Gebäudes belaufen sich auf rund 10150 ℳ, für 1 qm Grundfläche 93,40 ℳ, für 1 cbm Rauminhalt 16,70 ℳ.

Die Höfe der Gefängnisse sind mit mindestens 4,20 m hohen Mauern umgeben, welche in Backsteinbau ausgeführt und mit Ziegelplatten abgedeckt sind. Die Thore darin sind von Eisen. Der Umgang um sämtliche Gebäude und die Zufuhrwege zu den Kohlenlagerräumen sind gepflastert. Die Spazierwege sind um Rasenflächen von elliptischer Grundform her angeordnet, im übrigen sind die Höfe bekiest.

Das Pförtnerhaus beim Weibergefängnifs liegt aufserhalb der Umfriedigungsmauern des letzteren und hat ein Kellergeschofs und zwei Hauptgeschosse, in deren jedem zwei Wohnungen von zwei oder drei Zimmern für die Pförtnerin und Aufseherinnen enthalten sind. Das Haus ist mit Schiefer gedeckt, das Kellergeschofs überwölbt. Es gehört dazu noch ein kleines Gebäude mit Waschküche und einem Abtritt für die vier Wohnungen. Die Baukosten betragen rund 21700 ℳ, für 1 qm Grundfläche 124 ℳ, für 1 cbm Rauminhalt 13,93 ℳ.

Von den übrigen Dienstwohngebäuden der Anstalt ist zunächst das Wohnhaus des Directors zu erwähnen. Es enthält aufser dem Kellergeschosse ein Hauptgeschofs mit fünf Zimmern, Küche und Zubehör, eine geschlossene Gartenhalle und eine offene Eingangshalle. Im Dachgeschofs sind noch drei Kammern angelegt. Das Haus ist wie alle folgenden Dienstwohngebäude in gutem Backsteinbau mit Schieferdach ausgeführt. Die Kellerräume sind überwölbt. Die Baukosten betragen rund 26700 ℳ, für 1 qm Grundfläche 110 ℳ, für 1 cbm Rauminhalt 16,52 ℳ.

Das Wohnhaus für den Prediger und den Rendanten enthält aufser dem Kellergeschofs noch zwei Hauptgeschosse, in deren jedem sich eine Dienstwohnung von fünf Zimmern mit Küche und Zubehör befindet. Aufserdem ist im Dache eine Giebelstube mit Kammer ausgebaut. An einer Giebelseite ist in jedem Geschosse eine bedeckte Gartenhalle ausgeführt. Baukosten: rund 29200 ℳ, für 1 qm Grundfläche 144,20 ℳ, für 1 cbm Rauminhalt 14 ℳ.

Das Wohnhaus für zwei Inspectoren ist dem vorbeschriebenen völlig gleichartig hergestellt. Baukosten: rund 28300 ℳ, für 1 qm Grundfläche 140 ℳ, für 1 cbm Rauminhalt 13,57 ℳ.

Die beiden Wohnhäuser je für Hausvater und Oberaufseher bezw. Lehrer und Secretär sind eins wie das andere eingerichtet und enthalten im Kellergeschosse Vorrathsräume, im Hauptgeschosse je zwei Wohnungen mit zwei Zimmern, Kammer und Küche, im Dache sind zwei Kammern ausgebaut. Jede Wohnung hat eine offene Halle. Die Baukosten belaufen sich für beide Gebäude auf rund 36900 ℳ, für 1 qm Grundfläche 90,13 ℳ, für 1 cbm Rauminhalt 16 ℳ.

Jedes der sieben Wohnhäuser für Aufseher ist zur Hälfte unterkellert und enthält im Hauptgeschofs zwei Wohnungen mit je einem Zimmer, zwei Kammern und Küche; im Dache sind jedesmal zwei Kammern ausgebaut. Die Baukosten der sämtlichen sieben Gebäude betragen rund 104800 ℳ, für 1 qm Grundfläche 98,57 ℳ, für 1 cbm Rauminhalt 16,85 ℳ.

Zu den Dienstwohngebäuden sind elf Stallgebäude vorhanden. Sie sind gleichfalls in Backsteinbau mit Schieferdach ausgeführt und enthalten ein jedes zwei Stallabtheilungen. An denen, die zu den Unterbeamtenwohnungen gehören, sind noch Waschküchen angebaut. Die Baukosten belaufen sich zusammen auf rund 20900 ℳ, für 1 qm auf 65,30 ℳ, für 1 cbm Rauminhalt auf 19,80 ℳ.

Die gesamten Baukosten des Strafgefängnisses, einschliefslich der Herstellung der Erdarbeiten, der Umfriedigungsmauern und aller Bewehrungen, der Brunnen, Be- und Entwässerungen, Pflasterungen, Strafsen- und Gartenanlagen sowie der Kosten für Bauleitung, belaufen sich auf rund 1427000 ℳ, hierzu kommen noch rund 123000 ℳ für die Beschaffung der Inventargegenstände, sodafs sich zusammen 1550000 ℳ, also bei überhaupt 501 Gefangenen für die Nutzeinheit rund 3100 ℳ Kosten ergeben. Mit der Bauleitung waren die Herren Baurath Becker und Regierungs-Baumeister Dimel betraut.

Schlüters Antheil am Berliner Schlofsbau

von Cornelius Gurlitt.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 45 im Atlas.)

Als ich nach längerem Aufenthalt im Süden, nach eingehender Beschäftigung mit der Barockarchitektur Italiens wieder einmal vor das Berliner Schlofs trat, wurde mir eine lange gehegte Ansicht zur Ueberzeugung: der Architekt, welcher die Portale gegen den Lustgarten entworfen habe, könne nicht zugleich der Erfinder der Rücklagen sein. Denn die einen sind streng italienisch, die anderen sind durchaus deutsch. Ich sprach diese meine Ansicht in einem Vortrage aus, welchen ich im

Winter 1887/88 in der Vereinigung Berliner Architekten hielt. Bei der Begründung meiner Ansicht konnte ich mich nur auf mein durch jahrelange Beschäftigung mit dem Barockstil geschärftes Empfinden für die Stilarten jener Zeit berufen. Ein Freund, trefflicher Kenner der einschlagenden Verhältnisse, der sich meinen Ausführungen nicht anschliefsen konnte, machte mir mit Recht Vorwürfe darüber, dafs ich eine für die Berliner Baugeschichte so einschneidend wichtige Frage ohne genaue Kenntnifs des Stoffes zu erledigen versucht habe, und sagte mir, er werde meiner Ansicht erst dann beipflichten können, wenn ich ihm auch nur einen urkundlichen Beleg für sie beigebracht hätte. Wir besuchten zusammen eine der Berliner Sammlungen von Stadtansichten. Eines der ersten Blätter, welches uns in die Hände fiel, war Broebes Stich von der Lustgartenfront des Schlosses. Unter dieser steht dort, wo Broebes die Schöpfer der Entwürfe zu nennen pflegt, der Name eines Italieners: „Baronini". Der Beleg war gefunden. Nun galt es, den Zusammenhang dieser Unterschrift mit den erhaltenen baugeschichtlichen Thatsachen festzustellen, die ganze Frage näher zu untersuchen, namentlich aber auch die Stilkritik genauer durchzuführen. Denn wie die Kunstgeschichte heute nicht mehr in Zweifel darüber ist, ob ein Bild des 17. Jahrhunderts von einem Niederdeutschen oder einem Italiener ist, so müssen sich auch die Merkmale finden lassen, um einen deutschen Bauentwurf von einem solchen zu unterscheiden, dessen geistige Wurzeln jenseits der Alpen liegen.

Im nachstehenden lege ich die Ergebnisse meiner Untersuchungen zur Nachprüfung den Fachgenossen vor.

1. Zur Quellenkritik.

An archivalischen Nachrichten über die Berliner Baugeschichte fehlt es noch in hohem Grade. Die eigenthümliche Einrichtung der preufsischen Archive, dafs die Besucher nicht selbst die Actenregister durchsehen dürfen, ist vielleicht hieran Schuld. Mehr als uns heute, scheinen Nicolai, Beschreibung der Residenzstädte Berlin und Potsdam, Berlin 1786, und Klöden, Andreas Schlüter, zweite Auflage, Berlin 1861, Schriftstücke vorgelegen zu haben. Leider geben beide diese nicht immer im Wortlaut wieder, sondern mischen oft das Thatsächliche mit ihren Schlüssen aus demselben derart, dafs es schwer ist, Wahrheit und Dichtung überall zu trennen. Daher mufs die gröfste Aufmerksamkeit auf die Mittheilungen der Zeitgenossen Schlüters gerichtet werden. Nun ist es aber unserer Kunstwissenschaft gelungen, alle jene zeitgenössischen Schriftsteller, welche über Schlüter schrieben, für oberflächlich oder gar für lügenhaft zu erklären. Ich stehe diesen Männern unbefangener gegenüber. Meine Anschauung der Berliner Baugeschichte unterscheidet sich von der bisherigen nur dadurch, dafs ich alle zeitgenössischen Nachrichten für wahr, deren spätere Verdächtigung aber für irrthümlich halte.

Die uns erhaltenen Archiv-Nachrichten sind nicht so ausgiebig, wie meist angenommen wird. Ich begegnete meist auch bei Sachkundigen der Ansicht, dafs in den Archiven eine Nachricht darüber zu finden sein müsse, wenn ein bedeutender Künstler vor Schlüter für den Berliner Hof gearbeitet habe. Dem ist aber keineswegs so, soweit ich die Berliner Archive kenne. Erhalten blieben die Acten der „Baucommissionen", namentlich jener, welche laut Statut vom 11. April 1693 nur baupolizeiliche Aufgaben hatte. Was sich sonst an Notizen über Künstler erhielt, ist so zusammenhanglos und zufällig, es mangelt so sehr an Urkunden über die hier in Frage kommenden Zeiten, dafs das Fehlen eines Namens in den zufällig erhaltenen Papieren gar keine Beweiskraft hat. Alles was der Kurfürst und König in persönlichem Verkehr mit den Künstlern regelte, dürfte in Brandenburg-Preufsen ebensowenig jemals actenkundig gemacht worden sein, wie etwa zu jener Zeit im Kurfürstenthum Sachsen, dessen Verwaltungswesen damals noch ausgezeichnet war, und dessen Archive ich genauer kenne als die preufsischen. Wir besitzen fast nur dann archivalische Nachrichten über die Berliner Künstler — abgesehen von einigen Anstellungsurkunden — wenn sie in streitigen Fällen mit commissarischen Behörden in Berührung kamen, oder wenn es sich um Eingaben oder Gnadenerlasse handelte. Aber auch hierin sind die erhaltenen Acten weit entfernt von Vollständigkeit.

Ein Beispiel, wie wenig man die endgiltige Erforschung der preufsischen Archive als Beweis aufführen darf, lieferte einer ihrer besten Kenner hinsichtlich der Kunstgeschichte, Herr R. Dohme, der die Mitwirkung des französischen Architekten und Marschalls Blondel am Zeughaus leugnete, weil er über diesen keine Nachrichten gefunden habe und weil er meinte, Blondel müsse im Archiv erwähnt sein, falls er mit Brandenburg in Verbindung gestanden habe. Er übersah aber, dafs J. G. Droysen, Zur Quellenkritik der Deutschen Geschichte im 17. Jahrhundert (Forschungen zur Deutschen Geschichte, 1864), aus den Pariser Archiven nachgewiesen hatte, Blondel sei 1657 bis 1658 zum zweiten Male französischer Gesandter in Berlin gewesen, und dafs B. Simson, Urkunden und Actenstücke zur Geschichte des Kurfürsten Friedrich Wilhelm. III. Band, 1865, die mehrere Bogen füllenden Berichte Blondels vom Berliner Hof an den Pariser im Wortlaut abgedruckt habe.*) Wenn nun selbst über einen so bedeutenden und in so hoher Stellung befindlichen Mann die Archive bei gewissenhafter Durchforschung schweigen, so ist wohl hinreichend festgestellt, dafs der Mangel an Nachrichten eine Beweiskraft nicht besitzt.

Als zeitgenössische Quellen sind zu bezeichnen:

a) J. B. Broebes, Vues des Palais et Maisons de Plaisans d. S. M. le Roy de Prusse, Berlin, 1733. — Es ist denjenigen, welche sich mit Berliner Baugeschichte beschäftigen, wohl bekannt, dafs ich gelegentlich der Untersuchung über die Frage, wer der Verfasser des Entwurfes für das Zeughaus sei,**) den Vorwurf, welchen Nicolai dem Broebes als einem Fälscher machte, als ungerecht bezeichnete. Bei näherer Beschäftigung mit jenem erst lange nach seinem Tode erschienenen Werke

*) Diese Litteraturnachweise verdanke ich der Güte des Herrn Archivrath Dr. Friedländer, der meine Studien auch sonst in liebenswürdigster Weise zu fördern sich angelegen sein liefs.

**) Vergl. meine Aufsätze: Zur Baugeschichte Berlins, Kunstchronik 1884. — Der Meister des Berliner Zeughauses, ebendaselbst. Ferner P. Wallé, Wer ist der Architekt des Zeughauses zu Berlin? ebendas. — Derselbe: Kann das Zeughaus in Berlin von Blondel entworfen sein? Wochenschrift für Arch. u. Ing. 1884. — Ferner neuerdings: Der Baumeister und Marschall Blondel, ebendas. 1889. — Zur Geschichte des Barock und Rococo, ebendas. — Paul Schumann, Blondel, Nering und Broebes, Kunstchronik 1887. — v. Donop, Deutsche Biographie, Aufsatz „Nering". — R. Dohme, Geschichte der Deutschen Baukunst, Berlin 1887 S. 377.

erscheint Broebes als ein musterhaft gewissenhafter Zeuge seiner Zeit. Nicolai sagt, Broebes habe Ansichten von Berliner Bauten gestochen und mit Namensunterschriften in der Absicht versehen, dafs man nach seinem Tode glaube, nicht etwa Schlüter, Nering usw., sondern er habe diesen oder jenen Bau entworfen. Zudem habe er aus Eitelkeit die Bauten nicht richtig wiedergegeben, sondern verbessern zu müssen geglaubt. Man braucht nur diesen Gedanken in die Gegenwart zu übertragen, um seine Lächerlichkeit zu erkennen. Wenn ein königlicher Akademieprofessor — denn ein solcher war Broebes — heute ein Buch schriebe, welches nach seinem Tode der Welt etwa weis machen solle, nicht Stüler, sondern er habe die Berliner Schlofskuppel gebaut, was würde man von dem Geisteszustande eines solchen Beamten wohl denken?

Broebes war Mitglied jener Akademie, deren Director Schlüter war. Sie standen also in unmittelbarem Verkehr zu einander. Kein Beweis liegt vor, dafs dieser nicht ein völlig freundschaftlicher gewesen sei, wenn man gleich annehmen kann, dafs Broebes als Schüler Marots und des französischen Klassicismus grundsätzlich von den Kunstanschauungen Schlüters abgewichen sei. Die Ansicht, dafs Broebes kein Fälscher sei, hat, wie mir scheint, allgemeine Annahme gefunden. Dagegen hat man die Ansicht eingeführt, andere könnten Broebes' Unterschriften geändert haben. Nur ist unerfindlich, zu welchem Zweck dies geschehen sein sollte. Auch Broebes' Handschrift, die ich aus einem von ihm mit Tinte beschriebenen Stich im Staatsarchive und einem gleichen in der Bibliothek des Berliner Rathhauses zu kennen glaube, lehrt, dafs z. B. die Angabe, das Zeughaus sei von Blondel entworfen, von ihm selbst stamme. Ich halte daher an der Zuverlässigkeit des Broebes fest, bis, wenn auch nur in einem Falle, dieselbe actenmäfsig, nicht durch allgemeine Bemerkungen widerlegt ist.

Ich werde mich vielfach auf Broebes' Buch zu berufen haben. Dasselbe enthält zumeist Stiche eigener Entwürfe zu den damals in Berlin auftauchenden Bauaufgaben. Wo Broebes fremde Entwürfe nachbildet, nennt er gewissenhaft die Namen der Meister. Wo er einen Umbau zeichnet oder Theile von vorhandenen Bauwerken entlehnt, führt er auch den Namen des Baumeisters dieser Abschnitte an. Seine Blätter waren sichtlich in dem Zustande, in dem die jetzt vorliegenden Abdrücke gehalten sind, nicht für die Veröffentlichung bestimmt. Sie entstanden während eines längeren Zeitraumes vielleicht zum Gebrauch für die Vorträge in der Akademie. Gerade ihr Zustand beweist, dafs die Platten vom Verleger benutzt wurden, wie sie sich in Broebes Nachlafs vorfanden.

b) P. J. Marperger, Lauf und Leben der Baumeister, Hamburg, 1711. — Auch Marperger war Mitglied der Berliner Akademie. Er entstammt einer hervorragenden Gelehrtenfamilie und ist selbst ein geachteter Schriftsteller namentlich in Fragen der Handelspolitik. Das hier erwähnte Buch ist eine der wichtigsten Quellen für die Baugeschichte jener Zeit. In ihm findet sich die Nachricht, Schlüter habe „sowohl in als aufserhalb Warschau unterschiedliche Palatia angegeben und ausgeführt". Das Wort „angeben" entspricht bei Marperger unserem Entwerfen, während „anlegen" so viel wie im Bau beginnen heifst. Diese Nachricht mufs er, da er selbst in Warschau nicht gewesen ist, aus Schlüters eigenem Munde haben. Das hielt Nicolai nicht ab, zu behaupten, erst in Berlin habe Schlüter zu bauen begonnen, früher sei er nur Bildhauer gewesen. Die Haltlosigkeit dieser von der neueren Baugeschichte fortgeführten Ansicht werde ich an anderer Stelle nachweisen. Ich erwähne sie hier nur als Beweis dafür, wie wenig auf Nicolais Angaben zu bauen ist.

Ueber den Schlofsbau sagt Marperger: Der König habe sich „resolviret dero Residentz . . . aufs neue nach einer zierlichen Bau-Art auszuzieren und erweitern zu lassen, als wurde zur Ausführung (nicht zum „Angeben"!) eines solchen Baues ... Herr Andreas von Schluter, Königlicher Bau-Director ... ausersehen und benennet, der dann auch die vorderste Seite, sampt drey der inwendigsten und sonderlich an der mitten die doppelte Treppe nach den vornehmsten Regeln der Architektur dermafsen künstlich ausgeführet, das solches noch mit Verwundern von jedermann beschauet wird . . . ." Vom Münzthurm spricht Marperger mit Anerkennung für die Kunst Schlüters und mit Schonung für sein technisches Mifsgeschick oder Ungeschick. Als sein Werk nennt er ferner das „neue Posthaus an der langen Brücken", welches „nach einer sonderlich angenehmen Architektur" gebaut sei.

c) Johann Heinrich Gercke schrieb 1714 bis 1716 eine „Beschreibung der Weltberühmten . . . Haupt und Residentz Stadt Berlin", deren Handschrift sich auf der Berliner Rathsbibliothek befindet. Die Beschreibung des Schlosses fehlt. Auch er sagt, Schlüter habe das Posthaus gebaut, sowie das Lusthaus hinter der Dorotheenkirche, die jetzige Royal-York-Loge. Dagegen schreibt er das Kreuzsche Palais in der Brüderstrafse Schlüters Schüler Böhme zu.

d) Paul Decker, Fürstlicher Baumeister, oder Architectura Civilis, Augsburg 1711 bis 1713. — Der berühmte Meister fertigte auch Stiche nach Schlüterschen Zeichnungen, welche die Jahreszahl 1703 tragen. Wir werden sehen, dafs dies Stiche nach Entwürfen, nicht nach schon ausgeführten Plänen waren. Das Stechen von Entwürfen war damals die Regel nicht nur in Berlin. Pöppelmanns Zwingerwerk für Dresden, Fugas Pläne für den Umbau des Platzes vor der Peterskirche, Sturms, Deckers und Schlüters Zeichnungen für den Münzthurm sind Entwürfe.

Nach Doppelmeyer, Historische Nachrichten von Nürnberger Künstlern, Nürnberg, 1730, wurde Decker 1677 geboren; 1699 kam er nach Berlin, 1711 begann sein grofses Kupferwerk zu erscheinen. Es ist bisher merkwürdiger Weise unbeachtet geblieben, dafs dieses Werk einen eigenen Entwurf Deckers für den Umbau des Berliner Schlosses bringt, und zwar findet sich derselbe in dem 1713 erschienenen II. Band, Blatt 40. Decker kam mit diesem, wie mit einem Plane für Charlottenburg, erst nach dem Sturze Schlüters heraus. Entstanden ist der Plan aber sicher früher, wohl schon 1699. Er zeigt Decker der Schule nach völlig abhängig von Leonhardt Sturm. Beide stammen aus Franken.

e) Pitzlers Skizzenbuch und Reisebeschreibung in der Bibliothek der technischen Hochschule in Charlottenburg (Nr. 5868). — Pitzler war 1695, 1701 und 1704 besuchsweise in Berlin. Er pflegte zu skizziren, was sich ihm neues bot. 1695 war dies die Stuckdecke des Alabastersaales im Schlosse, 1701 sind es die Portale I und V und die Haupttreppe, 1704 Theile des Inneren der Festsäle. Eine hier zu beachtende Thatsache geht aus seinen Skizzen hervor, dafs nämlich der erste Plan zum Umbau des Münzthurmes von Nering ausging und

dafs noch 1704 das von diesem hinterlassene Modell des Thurmes zu sehen war.

f) Die Wolffschen Stiche. — Nach Nicolai habe der jüngere Kemmeter eine Anzahl von ihm oder von anderen gefertigter Zeichnungen an Jeremias Wolff, den berühmten Augsburger Verleger, verkauft und diese Arbeiten, um einen höheren Preis zu erzielen, betrügerischer Weise für Werke Schlüters ausgegeben. Also: Ein preufsischer Baubeamter verkauft an einen Verleger seine Arbeiten, indem er diesem vorlügt, dieselben seien von einem berühmten Meister. Gewifs ein Fall seltener Verworfenheit! Trotzdem wird der junge Beamte, dessen Betrug beim Erscheinen der Stiche aller Welt in Berlin offenkundig werden mufste, im preufsischen Staatsdienst belassen, kommt er in demselben zu besonderen Ehren! Die Anschuldigungen Nicolais, so lächerlich sie sind, werden aber bis heute noch geglaubt. Nicht ohne Grund sagte Goethe von dem Berliner Ueberweisen, dem „Proktophantasmisten" wie er ihn nennt:

„Was andre tanzen, mufs er schätzen,
Kann er nicht jeden Schritt beschwätzen,
So ist der Schritt so gut als nicht gethan!
— — — — — — — — — — —
Wenn ihr euch so im Kreise drehen wolltet,
Wie er's in seiner alten Mühle thut,
Das hiefs' er allenfalls noch gut."

Woher kam aber Nicolais Eifer, Kemmeter anzuschuldigen: weil nach seinem Kunsturtheil, nach der klassicistischen Anschauung jener Zeit die Stiche Bauten darstellten, die nicht „regelrecht" genug waren für einen Meister wie Schlüter, dem Nicolai seine Gunst zuwandte. Wenn aber der gröfste deutsche Architektur-Verleger jener Zeit Stiche herausgiebt, in welchen er die Schöpfer der Entwürfe deutlich und rühmend nennt, wenn dieselben in allen übrigen Angaben stimmen, dann müfste es doch sehr gewichtige Gründe geben, um die Glaubhaftigkeit dieser Bezeichnungen zu erschüttern. Solche fehlen aber gänzlich.

Eine Frage bleibt offen: Wer hat das Kreutzsche Palais entworfen? Die Stiche nennen Schlüter, andere Quellen seinen Schüler Böhme. Der Bau entstand nach dem Brande von 1712, ist sicher nach Schlüters Fortgang von Berlin (1713) vollendet worden. Schon die Zeitgenossen wufsten nicht sicher, wer ihn entworfen habe.

g) C. H. v. Heinecken, Sammelband von handschriftlichen Nachrichten über verschiedene Künste, neu erworben im kgl. Kupferstichkabinet zu Dresden. — Derselbe bietet manches Beachtenswerthe auch für Berliner Baugeschichte, namentlich „Einige Anmerkungen von dem Hofrath Buchholz". Dieser sagt: das Kreutzsche Palais sei vom Hofbaumeister Böhme, „welches ich gewifs weifs".

h) Beckmann, Handschriftliche Chronik von Berlin. — Dieselbe befindet sich auf der Rathhausbibliothek in Berlin und entstand etwa um 1760. Lebendige Ueberlieferungen waren damals nicht mehr vorhanden. Beckmanns Angaben stützen sich auf dieselben Quellen, welche wir heute benutzen. Ich will nur eine Stelle aus dem Buche erwähnen, welche die Frage nach dem Entwurfe des Zeughauses zum Abschlufs bringen dürfte. Beckmann schreibt denselben Blondel zu. Das mag er Broebes entnommen haben. Aber auf eine Anfrage an den Zeugcapitän Berger in Magdeburg schreibt dieser 1759, Blondel sei nicht Feldmarschall gewesen, sondern würde wohl nur als Baumeister „agiret" haben. Es müfste der Feldmarschall Schöning oder gar Barfufs gewesen sein. Berger, obgleich als sachkundig angerufen, wufste also damals schon nichts von der Entstehung des Zeughauses aus Ueberlieferung und befand sich in dem Irrthum, als haben Broebes und Beckmann den Blondel für einen preufsischen Feldmarschall gehalten. Beckmann strich denn auch Blondels Namen. Wir sehen, durch welche Umstände derselbe also in Vergessenheit kam.

i) Ch. Fr. Nicolai, Beschreibung der Residenzstädte Berlin und Potsdam, Berlin 1786. — Wer dereinst die Baugeschichte Berlins in wissenschaftlichem Geiste weiter führen will, dessen Aufgabe wird es vor allem sein, Nicolais Mittheilungen quellenkritisch zu sichten. Ich glaube, man wird z. B. in seiner Behandlung Schlüters mit Ausnahme von zwei bis drei Nachrichten finden, dafs er sich das Meiste aus noch erhaltenen Acten und aus Gedankenverbindungen aufgebaut hat, die nicht eben sehr tiefsinnig waren. So giebt er Nachricht über eine Reihe von Stuckarbeiten Schlüters. Er benutzte hierbei die Stiche Rodes. Aber auch dieser ist erst zehn Jahre nach Schlüters Tode geboren, also eine zweifelhafte Quelle. Doch mag ihm sein älterer Namensvetter, als Schüler Schlüters, das Richtige überliefert haben. Es ist immerhin bedenklich, dafs auf Rodes etwa 1750 erschienenen Stichen unsere ganze Kenntnifs des Ornamentisten Schlüter beruht. Was Nicolai sonst zu wissen vorgiebt, scheint er nur auf dem Wege der Stilvergleichung gefunden zu haben. An dem Werth dieser wage ich aber sehr entschieden zu zweifeln.

k) Die neueren Schriftsteller: Klöden, Adler, Dohme, Fritsch, Wallé, Woltmann habe ich gewissenhaft benutzt.

2. Baugeschichtliches.

Will man Schlüters Antheil am Bau des Berliner Schlosses ermessen, so mufs man sich vor allem klar darüber werden, in welchem Grade der Vollendung dieses sich befand, ehe Schlüter an ihm beschäftigt wurde. Am 2. November 1699 wurde er zum Schlofsbaudirector ernannt. Das Decret druckt Klöden (S. 120) ab. Dasselbe beginnt mit den Worten: „Nachdem unser bisheriger Hofbildhauer Andreas Schlüter den bei unserm hiesigen Kurfürstlichen Residenzschlofs angefangenen Bau bisher zu Unserem gnädigen Vergnügen geführt und wir dabei dessen in dem Bauwesen erlangte gute Wissenschaft . . . in . . . Consideration gezogen . . .". Das heifst also: Schlüter sei vor Ende 1699 als Bildhauer, doch am Bau selbst, mit Erfolg thätig gewesen, habe, obgleich Bildhauer, doch architektonische Kenntnisse gezeigt. In seiner Eingabe vom 2. Mai 1705 (Klöden S. 192) sagt er, er sei „schon bis in die sieben Jahre beim Schlofsbau verharret." Er war also seit frühestens dem Frühjahr 1698, zwei Bausommer hindurch, Hofbildhauer am Schlofsbau, ehe er Baudirector wurde. Diese Stellung nahm 1698 Grüneberg ein. Er war es, der die Baurechnungen beglaubigte, während 1699 dies bereits Schlüter selbst that. Jedoch verschwand Grüneberg keineswegs vom Bauplatze. Er wirkte noch 1702 z. B. in der Frage des Abbruches des Gilletschen Hauses (Staatsarchiv Rep. 9. DDD, Bausachen) am Schlofsbau mit, und zwar wird er Landbaudirector genannt und steht im Range über Schlüter. Denn er zeichnet in den Acten, z. B. in jenem Stücke über den Bau der Jungfernbrücke von 1701, links, Schlüter rechts. Bei der Aufmerksamkeit, welche man damals den Rangfragen widmete, ist wahrscheinlich, dafs Grüneberg trotz Schlüters Beförderung

eine Oberleitung des Baues verblieb. Er starb bekanntlich 1707. In demselben Jahre wurde Eosander Schlofsbaudirector. Es scheint also, als sei dieser aufgerückt, seit eine Stellung im staatlichen Bauwesen sich erledigt hatte. Bis zu seinem Tode (1700) war Christian Eltester „kurfürstlicher erster Hofbaumeister und Ingenieur". So nennt ihn wenigstens der Dichter B. Neukirch, der „An den nachgelassenen Bruder des seeligen Herrn Chr. E." eine Ode richtete (Herrn von Hoffmannswaldau und anderer deutscher Gedichte 7. Theil, Leipzig 1727). In diesem Gedicht wird der bisher wenig beachtete Künstler aufserordentlich gefeiert:

„Wer schafft uns Deines Gleichen wieder?"

frug der Dichter;

„Wenn jung, geschickt und glücklich sein
Uns könnten von der Gruft befrein,
So würdest du gewifs noch leben!
Denn dieses Alles hatte dir
Weit über Hoffnung und Begier
Gott und dein Friederich gegeben!"
. . . .
„Sein Churfürst liebt' ihn ehmals sehr
Itzt aber klagt er noch vielmehr
Dafs so viel grofse Kunst verderbet!"

Eltester kannte Roms Bauweise, auch

„Ganz Frankreich, Holl- und Engeland
War ihm nicht nur für sich bekannt
Er konnt es auch viel andern weisen."

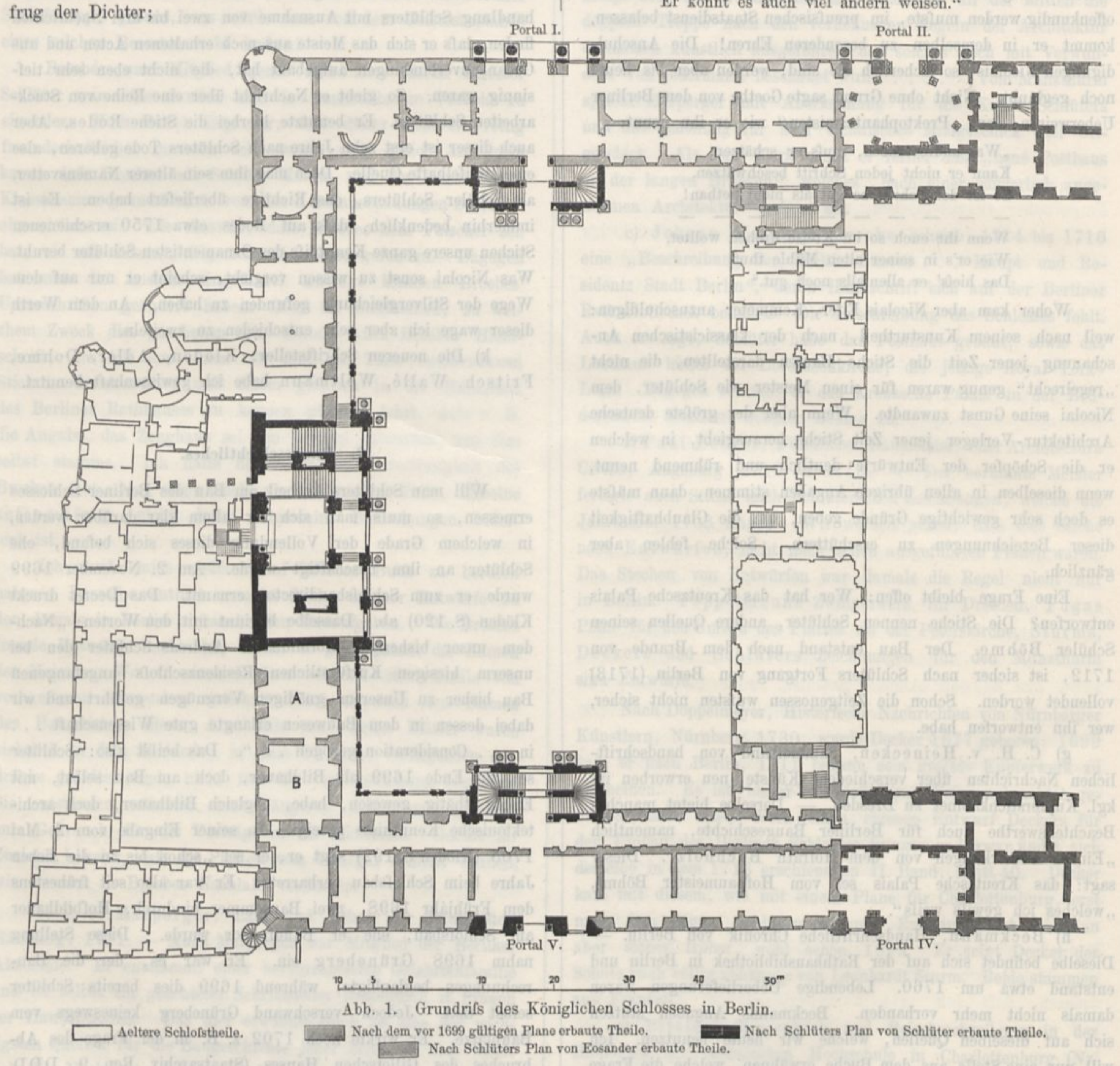


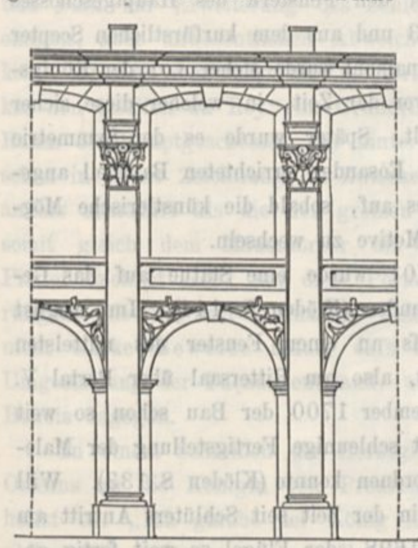
Abb. 1. Grundrifs des Königlichen Schlosses in Berlin.

Aeltere Schlofstheile. — Nach dem vor 1699 gültigen Plane erbaute Theile. — Nach Schlüters Plan von Schlüter erbaute Theile. — Nach Schlüters Plan von Eosander erbaute Theile.

Man sieht keinen Grund ein, warum Neukirchs Angaben über Eltesters künstlerischen Werth nicht richtig sein sollten. Und trotzdem schweigt die Kunstgeschichte über ihn und seine Arbeit bis auf wenige Notizen ganz.

Nach wessen Entwurf in den Sommern 1698 und 1699 gebaut wurde, wird nicht gesagt. Es heifst in Schlüters Anstellungsschreiben, er solle achten „dafs Alles denen gemachten Dessins und Abrissen gemäfs zierlich und dauerhaft gefertigt" werde. Dieselbe Redewendung kommt auch in Eosanders Anstellung vor. Sie scheint übliche Form gewesen zu sein, sagt also jedenfalls nicht aus, dafs Schlüter die „Dessins" gemacht habe, im Gegentheil eher, dafs er von den vorhandenen Zeichnungen

nicht aus eigenem Ermessen abweichen solle. Es ergiebt sich demnach, dafs 1698 der Schlofsbau soweit im Gange war, dafs man einen Bildhauer dem bauleitenden Architekten beigab; freilich einen bauverständigen Bildhauer! Nun kann Schlüter nach einem von ihm geschaffenen oder nach einem vorhandenen Plan gebaut haben. Es ist also die Frage: hat Schlüter etwa nach den Faldaschen Stichen die Façade des Schlosses in allen Theilen selbst geschaffen oder lagen von anderen gefertigte Pläne vor. Ich glaube das letzte. Was aber wurde damals am Schlofs gebaut? Der „Plan geometral de Berlin E des Environs“ im Hohenzollern-Museum, welcher laut Inschrift von 1685 stammt und als eine völlig einwurfsfreie Quelle gelten mufs, zeigt, dafs damals der Theil zwischen der früheren grofsen Wendeltreppe und der Schlofsapotheke neu errichtet worden war, also jener Flügel, der jetzt im Hauptgeschofs die erste und zweite Vorkammer beherbergt (Abb. 1, A und B). Ferner entstanden an dem niedrigen Altane gegen den Lustgarten die Grundmauern der jetzigen Treppe hinter Portal V und, wie es scheint, auch jene für eine Hofgalerie. In dem Schultzschen Plane von 1688 ist der oben bezeichnete Flügel in drei Geschossen fertig, während er seit dem 18. Jahrhundert deren vier hat. Aufserdem ist an der Ecke gegen die Schlofsapotheke zu bereits ein vierstöckiges Gebäude aufgeführt. Ueber den Zustand des Schlosses in der kritischen Zeit zwischen 1688 und 1698 fehlt es ganz an Nachrichten, abgesehen von den sehr beachtenswerthen Aufschlüssen, welche Broebes giebt. Die Rathhausbibliothek in Berlin besitzt ein Kupferstich-Blatt, welches ein Denkmal des Kurfürsten Friedrich III. darstellt. Darunter heifst es in mit Tinte geschriebenen Worten: „Monseigneur. Il n'y a un an, que ie prit la liberté de presenter a V. S. Elect^{e} plusieurs dessins ....“ Das Blatt ist von Broebes und stammt vom Jahre 1692. Also übergab Broebes 1690 oder 1691 einen Theil seiner Stiche dem Kurfürsten. Sein Plan zum Bau eines neuen Stalles trägt die Inschrift 1683. Vergleicht man diesen Entwurf mit jenem bekannt gewordenen, allerdings wesentlich jüngeren Plan eines Schlofsplatzes und Domes, so ist die Uebereinstimmung eine unverkennbare. Damals also, lange ehe Schlüter an den Schlofsbau denken konnte, bestand schon die Absicht, den Theifsschen Flügel desselben umzugestalten. Man sieht die Baugerüste vor demselben, d. h. vor dem Entwurf Broebes' zum Umbau auch der Schlofsfront. Broebes' Art war aber, für die vorliegenden Bauaufgaben Entwürfe im Wettbewerb zu schaffen. Er fafste den Gedanken des Zeughauses, des Schlosses mit dem Münzthurm und des Stallhofes zusammen und liefert den Beweis, dafs man schon seit 1683 für alle drei Werke zu planen begonnen hatte. Hinsichtlich des Münzthurmes wird dies bestätigt durch den Plan Nerings, der sicher vor 1695 entstand. Broebes Stiche beweisen aber auch, dafs vor Schlüters Auftreten Theile des Schlosses bereits einen Umbau erfahren hatten. Sichere Kunde erhalten wir hinsichtlich des zweiten Hofes. Diesen stellt Broebes in zwei Platten dar. Die eine ist bezeichnet: „Cour du = f(açade) d(u) Palais Royal de Berlin p(ris) d(e) l(a) C(our)“. Sie zeigt eine Ordnung aus jenen Säulen, welche jetzt am Untergeschofs der drei Treppenhäuser stehen, damals aber auch längs der Rücklagen angeordnet waren. Zwischen den Säulen waren in zwei Geschossen Arcaden geplant (Abb. 2a). Es ist dies also die Anordnung, welche



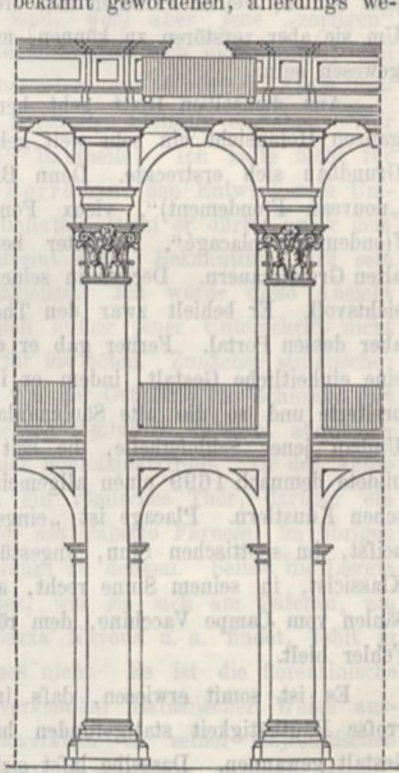


Abb. 2. Vergleich der Hofsysteme:

a) des Königl. Schlosses in Berlin vor dem Umbau durch Schlüter (nach Broebes). b) des Berninischen Entwurfes für den Louvre in Paris. c) des Klosters S. Filippo Neri in Rom.

0 7 16m

auch von Dohme, Das Königliche Schlofs zu Berlin, Leipzig 1876, S. 9 wiedergegeben wird, und zwar nach einer um 1690 entstandenen Zeichnung. Dafs diese beiden Blätter einen Zustand des Schlosses darstellen, welcher thatsächlich bestanden hat, dafs sie nicht nur einen Plan, sondern auch die Ausführung desselben beurkunden, lehrt Broebes' zweite Platte. Diese ist bezeichnet mit den Worten: „Palais Royal en dedans de la Cour auec Coupe du G(rande) Escalier p(ar) Schluter 1704." Die letzten, gestochenen Worte decken folgende mit der kalten Nadel gravirte, also älteren Worte: „entend(é) de Schluter". Broebes stellte also erst den Plan Schlüters zum Umbau des Hofes dar, dessen Absicht, welche später zur Wirklichkeit wurde. Dies beweist zum Ueberflufs ein drittes Blatt desselben Künstlers, in welchem er skizzenweise die Bauconstruction von Schlüters Hofgalerie darstellt. Dort steht in einer jener Säulen eingeschrieben: „Colon(ne) de Campo Vacchino". Es ist dies zunächst ein Beweis dafür, dafs man die Form der Säulen damals für römisch, für vom Tempel des Vespasian oder des Castor entlehnt hielt. Weiter findet man aber die Worte: „On a detruit cette ordonn(ance) Esepté aux 3 Avanscorps". Das läfst an Klarheit nichts zu wünschen übrig. Man zerstörte jene Säulen, welche zwischen den drei Treppenvorlagen standen. Um sie aber zerstören zu können, mufsten sie vorher aufgebaut gewesen sein.

Aus demselben Blatt geht hervor, dafs der Umbau der ganzen Hofansicht ein sehr weit gehender war und bis in den Grundbau sich erstreckte. Denn Broebes theilt denselben in „nouveau F(ondement)", vieux Fonde(ment)" und „n(ouveau) f(ondement) placagé". Schlüter benutzte also theilweise die alten Grundmauern. Decker in seinem Plane war minder rücksichtsvoll. Er behielt zwar den Theifsschen Flügel bei, nicht aber dessen Portal. Ferner gab er dem Flügel gegen die Spree eine einheitliche Gestalt, indem er ihn gegen den Hof zu verbreiterte und so die alte Säulenanlage ganz „zerstörte". Der Umbau jener Schlofstheile, die seit 1688 entstanden waren, bildete demnach 1699 einen allgemeinen Wunsch bei den deutschen Künstlern. Placage ist „eingelegte Holzarbeit", placagé heifst, im spöttischen Sinn, angestückelt. Broebes hatte, als Klassicist, in seinem Sinne recht, als er die Zerstörung der Säulen vom Campo Vacchino, dem römischen Forum, für einen Fehler hielt.

Es ist somit erwiesen, dafs im Hof des Schlosses eine grofse Bauthätigkeit stattgefunden hatte, ehe Schlüters Pläne Gestalt gewannen. Dasselbe läfst sich in der Front gegen den Lustgarten nachweisen. Wenn Broebes den Entwurf eines Umbaues wiedergiebt, so nennt er, wie gesagt, den Zeichner des Entwurfes in der Hauptunterschrift des Blattes und fügt meist den Namen jenes Künstlers hinzu, welcher den erhaltenen älteren Theil baute. So steht z. B. unter Broebes' eigenem Entwurfe zum Umbau des Stadtschlosses in Potsdam unter dem Schnitt durch den alten Bautheil der Name des Chiese, des Erbauers desselben in der bei Broebes stets mangelhaften Rechtschreibung „Chaise". So stehen unter der Wiedergabe von Schlüters Entwurf für die Lustgartenfront des Berliner Schlosses folgende Worte: „F(açade) d(u) Palais Royal de Berlin du Coté du jardin du Dessin du S^r^ D Schlüter pr(emier) Archit(ecte) Et Sculpteur de S. M(ajesté) P(russienne) A(nno) 1704". Unter dem rechten Flügel des Baues findet man das Wort „Baronini", das heifst also nach Mafsgabe aller anderen Blätter: Diese Façade zeichnete Schlüter im Jahre 1704 mit Benutzung der von Baronini errichteten oder entworfenen Theile. Schlüter heifst ganz richtig de Schlûter, entsprechend seiner wahrscheinlich 1704 erfolgten, oder doch auch von anderen, selbst vom amtlichen Adrefsbuch angenommenen Adelung. Decker giebt dieselbe Ansicht wieder und zwar mit Abweichungen von der Ausführung und der Jahreszahl 1703. Im Thesaurus Brandenburgensis ist die Lustgartenfaçade in ihrem alten Zustande, leider aber in mangelhafter Zeichnung dargestellt, der nicht unwesentlich vom jetzigen abzuweichen scheint. In Pitzlers Skizzen, welche 1701 die Portale I und V sowie die Treppe geben, die aber, wie die Darstellung der Parochialkirche, nach Plänen nicht nach der Ausführung gemacht zu sein scheinen, weicht der Grundrifs der Façade vom Portal V gegen den Lustgarten allein stark von der heutigen Ausführung ab, welche stärkere Mauermassen zeigt. In Deckers eigenem Plane von 1699 ist die Front verändert. Er wiederholt den um 1688 errichteten Eckbau, welcher an die Schlofsapotheke stöfst am Ende des Alabastersaales und verbindet beide durch eine grofsartige Säulen-Architektur. Sein Blatt lehrt, dafs noch um 1699 der Gedanke des Umbaues des damals vorhandenen Lustgartenflügels in Erwägung gezogen wurde.

Wir haben nur einige wenige sichere Nachrichten für die Zeitbestimmung dieses Umbaues.

a) Die Rücklagen an der Schlofsplatz-Front wurden sicher vor dem 18. Januar 1701, als dem Tage, an welchem Kurfürst Friedrich III. die preufsische Königskrone sich aufsetzte, vollendet. Das beweist der Umstand, dafs sich das Ornament in den Verdachungen über den Fenstern des Hauptgeschosses aus den Zeichen C. F und 3 und aus dem kurfürstlichen Scepter zusammensetzt. Dieses Ornament wurde sicher vor der Königskrönung und wohl auch vor der Zeit, in welcher diese sicher in Aussicht stand, gewählt. Später wurde es der Symmetrie wegen auch an dem unter Eosander errichteten Bautheil angebracht, jedoch gab man es auf, sobald die künstlerische Möglichkeit eintrat, mit dem Motive zu wechseln.

b) Am 23. April 1701 wurde eine Statue auf das Gesims des Schlosses aufgewunden (Klöden S. 144). Im August 1701 zeigte sich ein Rifs an einem Fenster des mittelsten Saales des Hauptgeschosses, also am Rittersaal über Portal V. Dagegen war am 11. December 1700 der Bau schon so weit gediehen, dafs der Kurfürst schleunige Fertigstellung der Malereien im Hauptgeschofs anordnen konnte (Klöden S. 133). Will man nun annehmen, dafs in der Zeit seit Schlüters Antritt am Schlofsbau, seit Frühjahr 1698, der Flügel so weit fertig gestellt worden sei, dafs man im Frühjahr 1701 Statuen auf das Hauptgesims stellen, 1700 die Säle ausmalen konnte, dafs der Bau also das Werk von drei Sommern gewesen sei? Das wäre auch für die fortgeschrittene Bauweise unserer Zeit eine grofse Leistung, mehr noch für jene Zeit!

Nun aber lehrt Deckers Stich der Gartenfront von 1703, dafs dieser nicht die Wiedergabe eines fertigen Baues, sondern eines Planes für Fertigstellung derselben ist. Die Rücklagen zwar, welche Broebes dem „Baronini" zuschreibt, sind getreulich wieder gegeben, abgesehen davon, dafs an Stelle des C. F. 3 ein F. R. (Fridericus Rex) tritt. Aber dem Portal fehlen sehr wesentliche Theile, die ein Decker sich gewifs nicht würde haben entgehen lassen, z. B. die Atlanten unter den Austritten. Es ist Portal V demnach erst nach 1703 fertig geworden, zu jener Zeit, als Schlüter schon die Verlängerung des alten

Schlosses gegen Westen plante. Die Front war schon 1700 fertig, die Statuen konnten 1701 aufgestellt werden, nur in der Achse des Rittersaales, also am Portal V, wurde im Herbst 1701 noch gebaut. Darum stellt Pitzler wohl die Portale, mit keiner Linie aber die Rücklagen des Schlosses dar. Und daher kommt es auch, dafs das Portal allein den Namenszug des Königs trägt, während die 1700 fertig dastehende Front natürlich jenen des Kurfürsten zeigt. Bestätigt wird diese Angabe dadurch, dafs nach Dohme (a. a. O. S. 27) der Rittersaal im Jahre 1706 noch nicht fertig war. Lag derselbe doch hinter der „neuen Mauer“, von der die Acten über den Rifs am Fenster sprechen, hinter dem an die Front vorgebauten Portal V. Es ergiebt sich hieraus, dafs die Lustgartenfront, will man sie nicht für das Werk nur dreier Sommer halten, vor dem Eintritt Schlüters am Schlofsbau angefangen und daher auch entworfen sein mufs.

Aehnliches gilt vom Umbau der Front gegen den Schlofsplatz, deren Planung, wie gesagt, vielleicht schon 1682 begann. Hier stand bereits der Flügel und handelte es sich nur um eine Umbildung seiner Ansicht. Nun steht über dem Portal I eine Inschrift, welche besagt, dieser Bau sei 1699 begonnen und 1701 vollendet worden. Aber man bemerke wohl, es steht dies nicht am Schlofs, sondern nur am Portale I. Während es undenkbar scheint, dafs das ganze Gebäude ein Werk zweier oder dreier Sommer sei, so ist dies sehr wohl zu glauben hinsichtlich des Portales, welches eine Ehrenpforte für den als König einziehenden Fürsten darstellen sollte. Decker stellt 1703 wieder Schlüters Plan zur Erweiterung des Schlosses dar, allerdings mit einigen, aber unwesentlichen Abweichungen von der Wirklichkeit. Broebes aber führt uns im vorletzten Blatte seines Werkes den „Sallon du Roy“ im Grundrifs und Aufrifs vor, jenen Raum des Hauptgeschosses, der hinter dem Portal I liegt. Wir sehen in seiner Zeichnung die Zwischensäulen am Achsenfenster anders schraffirt als die der grofsen Hauptordnung. Sie sind somit gleich dem Mauerkörper als „vieux mur“ bezeichnet. Pitzler zeichnet 1701 nur diese Portalbauten als neue Ausführungen, die ihn zur Aufnahme lockten. Es sind dies zwar nicht starke Beweise dafür, dafs der Vorbau später als die Umgestaltung der Façade entstand, aber ich finde auch keinen Beweis dagegen.

In einem Schreiben der Herzogin Elisabeth Charlotte von Orléans an die Königin von Preufsen vom 22. October 1704 heifst es: „Ich glaube der König in Preufsen hat die Pière philosophale erfunden, wegen aller magnificenz, so sie haben in alles. Denn Bauen ist keine vexirerey, es kost viel!“ Und am 23. November 1704 schreibt dieselbe Fürstin: „Wie E. L. mir La Sale des Gardes (also den Schweizersaal) von Berlin beschrieben, mus er schir so grofs sein, wie mein Sala zu Montargis, so vor einen von den gröfsten in der Welt passirt.“ Nun sendete die Königin der berühmten „Liselotte“, wie Eosander im „Theatrum Europaeum“ von 1701 erzählt, Pläne zur „Approbation“. Diesmal dürften es die Stiche Deckers oder Broebes' gewesen sein. Im Jahre 1704 war der Schweizersaal neu, während, wie wir sehen werden, die Treppe vor demselben noch im Bau war. Unbeachtet blieb bisher auch eine Skizze der Schlofsanlage in Broebes' Werk, in welche unmittelbar eingeschrieben ist, dafs Schlüter die Façade gegen den Lustgarten nur bis an Portal IV heran, dieses aber und die westlichen Bautheile Eosander errichtet habe.

Ich halte nach allem diesem für erwiesen:

1. dafs vor 1698 ein älterer Plan für den Schlofsbau bestand und unter Grünebergs Leitung in der Ausführung begriffen war;
2. dafs dieser die „gemachten Dessins“ darstellt, nach welchen Schlüter auch nach seinem Eintritt in den Schlofsbau, ja als Schlofsbaudirector bauen mufste;
3. dafs erst nach und nach, und zwar zuerst an Portal I, dieser ältere Entwurf durch eigene Arbeiten Schlüters verdrängt worden sei.

3. Wer entwarf vor Schlüter den Schlofsumbau?

Manche Theile des Berliner Schlosses sind von jeher den Geschichtsschreibern des Baues so „römisch“ erschienen, dafs man annahm, Schlüter müsse in Rom gewesen sein. Erwiesen ist dies jedoch nicht. Dagegen fiel es denselben Fachleuten auf, dafs eine Reihe nachweisbar schlüterischer Arbeiten wieder so wenig römisch sind, dafs man sie nicht dem Meister des Schlosses zuweisen zu dürfen glaubte. Man suchte diesen Zwiespalt durch Wandelungen in Schlüters künstlerischem Charakter oder durch Zweifel an der Richtigkeit der erhaltenen Nachrichten zu erklären. Meine Meinung ist nun, dafs die „römischen“ Bautheile nicht von Schlüter sind, wohl aber jene „zopfigen“ Werke, welche man ihm zuzuschreiben sich nicht traute, weil man zum Barockstil und besonders zur deutschen Abart desselben noch eine durchaus feindselige Stellung einnahm. Wer aber schuf die „römischen“ Bautheile? Ich halte nicht für unmöglich, dafs der grofse Borromini den Entwurf zum Umbau des Berliner Schlosses lieferte. Denn er dürfte unter dem „Baronini“ des Broebes gemeint sein. Bekanntlich wird sein Name auch B*a*romini geschrieben. Ich würde diese Ansicht nicht aussprechen, wenn sich aufser jener Unterschrift nicht noch weitere Anhaltspunkte für sie böten. Zunächst stilistische: Man denke sich die Portale von der Osthälfte des Schlosses fort und man hat den unverfälschten römischen Palazzo, abgesehen von den Rund-Erkern an der Schlofsplatzfront. In der Achse dieser Seite hat man sich ein römisches Thor, darüber ein Achsenfenster nach Art jener des Palazzo Farnese, im übrigen den Bau als geschlossenes Ganze zu denken. Selbst die Loggia über einem Theil des Daches, wie sie sich am Lateran, am Palazzo Pamfili an der Piazza Navona u. a. findet, fehlt in Schenks Ansicht des Schlosses nicht. Es ist die florentinische „fenestra terrena“ in unverkennbar italienischer Weise ausgebildet, es ist der Stockwerkbau in seiner majestätischen Gröfse, es ist das gewaltige Hauptgesims da, die wesentlichen Merkmale römischer Baukunst. Das Hauptgesims ist unmittelbar entlehnt vom Palazzo Madama (Abb. 3) und vom Palazzo Doria Pamfili am Corso. Namentlich der erstgenannte Bau ist fast in allen Theilen für das Berliner Schlofs vorbildlich gewesen. Man vergleiche dessen beigegebene, meiner „Geschichte des Barockstiles in Italien“, Stuttgart 1888 entnommene, Darstellung mit unserem Stichblatte, Tafel 45. Einen derartig römischen Palast, wie er in den Rücklagen des Berliner Schlosses sich erhielt, giebt es diesseits der Alpen nur noch zweimal: So sollte der Louvre (1665) nach Berninis Plan werden, so wurde das Schlofs in Stockholm, welches Berninis Schüler Tessin baute. Selbst in den Städten, in welchen der italienische Einflufs am stärksten in Deutschland war, in Wien, Prag und München, findet sich kein so ächt römisches Werk, wie der trotzige Palazzo, welcher dem Berliner Schlosse zu Grunde liegt. Es hiefse den

Entwicklungsgang der Baukunst jener Zeit auf den Kopf stellen, wollte man annehmen, ein deutscher Meister habe ein so geartetes Werk schaffen können oder auch nur schaffen wollen. Die künstlerische Richtung drängte hier auf Reichthum der Gliederung, auf bewegte Massenvertheilung. Schwerlich wird ein in Deutschland so fremdartiges Werk auf die Dauer die Berliner selbst befriedigt haben. Einem Franzosen jener Zeit wird es ebenso sehr wie Berninis Entwurf zum Louvre ein Greuel gewesen sein. So macht auch der Franzose Beaujeu (Daylerac) (Voyage en Pologne, Amsterdam 1701), welcher Berlin 1679 besuchte, sich über die schreckliche Höhe des Schlosses lustig. Ebenso fremdartig für eine deutsche Schlofsanlage war der alte Hof mit seinen Kolossalsäulen. Er entspricht am meisten jenem Plane, welchen Bernini wieder für den Louvre schuf (Abb. 2b). Auch in Italien ist eine solche Kolossalanlage selten. Am ähnlichsten ist sie in Borrominis Hof des Klosters S. Filippo Neri in Rom (Abb. 2c). Auch den Schlofshof kann, will man nicht eine völlige Umgestaltung Schlüters zum Italiener annehmen, ein deutscher Meister in dieser Gestalt nicht geschaffen haben. Nun ist Borromini freilich schon 1667 gestorben. Aber wir haben eine Urkunde, welche lehrt, dafs man in Berlin ältere Zeichnungen achtungsvoll bewahrte. Als Eosander 1702 angestellt wurde, trug man ihm auf, er solle „alle die Desseins sowohl von Militair- alfs Civilgebäuden, so in unserer Zeichnungskammer von Einheimischen sowohl als von Frembden vorhanden seyn, in gebürende und richtige Ordnung bringen“ (Staatsarchiv R. 9. E. 15). Es gab also in Berlin von Fremden geschaffene und dauernd geschätzte Entwürfe selbst noch zu der Zeit, in welcher Schlüter den Schlofsbau bereits leitete, man baute nach „gemachten Desseins“, der Wechsel in der Bauleitung führte nicht sofort einen Wechsel des Entwurfes mit sich, im Gegentheil: wie in andern Ländern Deutschlands, wird man auch in Brandenburg wenig geneigt gewesen sein, dem künstlerischen Ich der Baumeister ein allzugrofses Recht einzuräumen, zumal man aller Orten eine verhältnifsmäfsig geringe Meinung von den einheimischen Kräften hatte und mit Bewunderung nach Paris und Antwerpen, namentlich aber nach Rom schaute, der Hauptstadt der gesamten Kunst des 17. Jahrhunderts. Ich glaube, dafs gegen meine Annahme, der französische Feldmarschall Blondel sei derjenige, der das Berliner Zeughaus entworfen habe, ernste Bedenken nicht mehr werden erhoben werden,*) nachdem jene Dohmes in „Geschichte der deutschen Baukunst“ (S. 377) durch den Nachweis, dafs Blondel wiederholt in Berlin gelebt hat, vollkommen widerlegt sind. Blondel starb 1685, der Grundstein zum Zeughause wurde aber, wie Pitzler bestätigt, 1695 gelegt. Es haben also Blondels Pläne mindestens zehn Jahre in der preufsischen Zeichnungskammer gelegen, ehe ihre Vollendung in Angriff genommen wurde. Dasselbe kann mit Borrominis Plänen geschehen sein. Ebenso lagen Nerings Pläne für den Münzthurm mindestens sechs Jahre unausgeführt, ehe Schlüter sie aufnehmen und umgestalten konnte. Man mufs eben bedenken, dafs es in Brandenburg an Künstlern fast ganz fehlte, dafs Ludwig XIV. damals sich es als eine Gunst des Papstes erbat, ihm Bernini für Paris zu überlassen, damit er

Abb. 3. Palazzo Madama in Rom
(nach Gurlitt, Geschichte des Barockstiles in Italien).

*) Durch die Aufsätze P. Wallés ist mir bewiesen worden, dafs solche Bedenken doch noch bestehen. Diejenigen, welche Wallé gegen Blondels Antheil vorbringt, sind 1) dafs dieser nicht ein hinreichend „reifer“ Künstler gewesen sei, weil er wenig ausgeführt habe. Wen Colbert an die Spitze der ersten staatlichen Bauakademie setzte, den kann man billiger Weise das Zeugnifs der Reife nicht wohl versagen. 2) dafs in einem Schreiben eines Ver-

den Plan des Louvre schaffe, dafs man also an dem in künstlerischen Dingen von dem französischen Hofe so abhängigen brandenburgischen eine Zeichnung eines Meisters wie Borromini als einen Edelstein bewahren mufste. War man doch froh, wenn es gelang, niederländische Meister dritten und vierten Ranges an Berlin zu fesseln. Singt doch B. Neukirch in den „Unterthänigen Gedanken bei dem Gedächtnifsbilde Friedrich Wilhelms des Grofsen“ den König mit folgenden Worten rühmend an:

„Trat wo ein Künstler auf, Du hast ihn angenommen,
Du liefst sie weit und breit aus fernen Landen kommen.“

(B. Neukirch, Gedichte, herausgegeben von J. Chr. Gottsched, Regensburg, 1744.)

Aus einer zufälligen Actennotiz erfahren wir, dafs zwei Schüler Borrominis lange Jahre in Berlin gelebt haben. Auch Nicolai nennt sie: es sind die „Grottierer“ (nach Staatsarchiv R. 9. N. 5 „Grottenmacher“) Johann und Franz Baratta. Der erstere wurde nach Nicolai 1660 bestallt, arbeitete 1673 für den Kurfürsten und hatte 1675 die Aufsicht über die kurfürstlichen Malereien. Neben ihm arbeitete sein Bruder Franz, der nach Johanns 1687 erfolgtem Tode dessen Nachfolger wurde. Er starb 1700. „Grotta“ heifst im Italienischen die Höhle, aber auch das Gewölbe. „Grottesca“ heifst der nach Art der an antiken Gewölben gefundenen Ornamente gebildete Schmuck, „Grottescare“ mit Grottesken schmücken. Also ist ein Grottenmacher, ein „Grottescatore“, ein Mann, der Gewölbe ornamental schmückt. Wir kennen etwa zwölf Künstler mit dem Namen Baratta. Die Familie scheint aus dem marmorreichen Carrara zu stammen. Drei dieser Künstler sind Brüder und Schüler des berühmten Bildhauers Algardi: Giovanni Baratta, der älteste, wirkte noch 1740 als angesehener Bildhauer am spanischen Hofe in Madrid, Francesco und Giovanni Maria waren in Rom an grofsartigen Werken beschäftigt. Es ist kaum ein Zweifel darüber möglich, dafs diese beiden es sind, welche in Berlin starben. Zwar erzählen Campori, Notize biographiche, Modena 1873, und Passeri, Vite de' Pittori, Rom 1772, dafs ein Francesco schon 1666 gestorben sei. Aber dafür kommt sein Name noch 1680 in Sachsen vor, wo er für den Kurfürsten eine Anzahl Marmorstandbilder in den Grofsen Garten lieferte. Eins derselben, eine Lucretia, befindet sich jetzt in der katholischen Kirche, nachdem man ihr an Stelle des Dolches ein Kreuz in die Hand gab und sie zur büfsenden Magdalena umtaufte, ein treffliches Werk von jener Gröfse und Anmuth der Formen, welche in Algardis Schule gepflegt wurden. Also ist Francesco auch sonst nachweisbar für Deutschland beschäftigt gewesen und 1666 wohl nur für Rom „gestorben“. Dort aber hatten die beiden Brüder an grofsartigen Werken mitgeschaffen. Sie arbeiteten an der erst 1670 vollendeten Kirche S. Nicolò Tolentino, einer Stiftung der Pamfili. Alessandro Algardi, neben Bernini der gefeiertste Bildhauer Roms, hatte die Ausschmückung dieser Kirche begonnen, Pietro da Cortona, der gröfste „Grottescatore“ aller Zeiten, hatte sie ausgemalt, die beiden Baratta vollendeten die Decoration. Vorher hatte Francesco eine der gewaltigen Figuren für Berninis Brunnen auf Piazza Navona, den Flufsgott La-Plata gemacht, ein Kolossalwerk von mächtiger decorativer Wirkung, welches als das beste unter den vier Flufsgöttern schon von Canova anerkannt wurde. Ein Relief in Bramantes S. Pietro in Montorio gehört ihm auch an. Giovanni Maria hatte für Algardi dessen berühmte, reich mit Werken der Bildhauerkunst geschmückte Villa Pamfili vollendet. Aber auch Francesco hatte sich als Architekt bewährt, indem er die von Carlo Rainaldi begonnene, von Borromini fortgeführte herrliche Kuppelkirche S. Agnese an der Piazza Navona vollendete, namentlich deren beide geistvoll durchgeführten Glockenthürme. Wir begegnen also in Berlin zwei Künstlern, die in Rom zu Ansehen gekommen waren, die aus der glänzendsten Kunststadt der Zeit, mitten aus den gewaltigen Bauaufgaben, aus dem Kreise der gefeiertsten Meister des Barockstiles in das Kleingetriebe von Männern wie Nering, Smids oder Grüneberg traten. Sie kamen zu einer Zeit nach Berlin, wo dieses die ersten Anfänge machte, sich künstlerisch wiederherzustellen, jedoch an den Hof eines grofsen Kurfürsten, dessen Planlegung von Berlin beweist, dafs er in seiner Hauptstadt Mächtiges zu schaffen entschlossen war.

Fassen wir nun zusammen, wie sich das Bild über die Entstehung des älteren Schlofsplanes darstellt: Wenn bald nach dem Eintreffen zweier in Rom berühmt gewordener Meister in einer damals kunstarmen Stadt, wie Berlin es war, dort ein Schlofs entsteht, welches mit dem letzterbauten Fürstenschlofs in Rom, dem St. Agnese gegenüberliegenden Palast der Medici, Palazzo Madama, fast völlig übereinstimmt, wenn ganz bezeichnende sonstige Merkmale, wie die geplante Loggia über dem flachen Dache, die Art der Hofanlage u. a. nach Rom weisen, wenn Rom auch in Paris, woher man sich in Berlin Raths erholte, als oberste Kunststadt durch Lebruns Auftreten und Berninis Berufung anerkannt wird, wenn dazu in der Hauptquelle, welche wir über den Bau haben, der Baumeister Baronini genannt wird — so ist es wohl kein Wagnifs, auf den inneren Zusammenhang dieser Umstände zu schliefsen. Mir will scheinen, als liege der Schlufs nahe, die Baratta haben in Berlin Borrominis Pläne ausgeführt, wie sie es vorher an St. Agnese gethan hatten.

Aber noch mehr! Die Uebereinstimmung vieler Einzelheiten in den Festsälen des Berliner Schlosses mit den Werken des Pietro da Cortona im Palazzo Pitti in Florenz und mit seiner Kunstart überhaupt, giebt weitere Veranlassung zu Untersuchungen. Es ist geradezu undenkbar, dafs Schlüter alle jene Decorationen selbst gemacht habe. Namentlich ist nicht anzunehmen, dafs er in den Jahren 1698 bis 1700 die Festsäle stuckirt habe, während er auch den äufseren Schlofsbau leitete. Man hat oft gesagt, Schlüters Arbeitskraft müfste eine unglaubliche gewesen sein, um all dies bewältigen zu können. Ich erlaube mir nun wirklich nicht an sie zu glauben. Die Säle, welche 1701 ausgemalt werden sollten, waren eben schon lange vor Schlüters Eintritt in den Schlofsbau, vielleicht schon 1680 im Bau. Wie die Arbeitstheilung stattfand, ist nur an der Hand der gründlichsten Kenntnifs der Schmuckweise Roms und Belgiens zu entscheiden. Da aber bisher noch niemand sich die Mühe nahm, die Bildhauerschule des Duquesnoy, des Quellin, des Faidherbe zu studiren, von der Schlüter künst-

wandten Bodts gesagt werde, vor Bodts Bauthätigkeit sei das Zeughaus nach dem Plane eines andern Architekten gebaut worden. Wallé nimmt an, dieser andere sei Nering gewesen, ich glaube, dafs es Schlüter war, der Blondels Plan geändert hatte. — Ich benutze diese Gelegenheit, um Herrn Wallé dafür zu danken, dafs er mich auf eine Verwechslung zweier Berliner Rathhäuser in meiner „Geschichte des Barockstiles usw.“ aufmerksam machte. Nachdem ich von den Ansichten desjenigen in der Spandauerstrafse Kenntnifs genommen, ersehe ich, dafs mein Irrthum eine Aenderung der allgemeinen Anschauungen über Nering nicht nach sich zieht. Auch ist der Bau nie als ein über den Rahmen mittleren Könnens hinausreichender bezeichnet worden.

lerisch abstammt, so bleiben diese Fragen offen, bis durch eine Geschichte der niederländischen Plastik jener Zeit unser Stilgefühl geschärft worden ist. Wollen wir aber zu erkennen suchen, welche architektonischen Einzelheiten am Schlofs von Schlüter sind, so müssen wir uns an dessen sicher nachweisbaren Werken Rath darüber holen, welche Formen denn Schlüter geläufig waren. Ich sehe hierbei von den polnischen Bauten desselben einstweilen ab.

4. Zur Stilkritik.

Als sicher von Schlüter stammende Werke sind zu bezeichnen:

1. Das Wartenbergsche Palais an der langen Brücke. Der Bau ist durch jonische Wandpfeiler über leicht gequadertem Erdgeschofs gegliedert. Die Formen der Pfeiler sind sehr eigenartig und bezeichnend: Sehr gestreckte Verhältnisse, schwächliche Bildung theilweise mit nur fünf Riefelungen, schwere Capitelle mit einer Art von Stoffgehänge, wie es das deutsche Barock, z. B. Georg Bähr in Dresden, liebte. Die Gewände der Fenster sind noch nach alter Renaissanceart als profilirte Fase gebildet, ihre gestreckte Gestalt erinnert an holländische Bauten. Das Hauptgesims ist unsicher in den Verhältnissen, hat die starken Krümmungen im Profil, wie süddeutsche Barockwerke. In den Wandflächen zwischen den Pfeilern finden sich Reliefs nach Art grofser „Plaquetten“. Naturalistische Motive, namentlich Pflanzennachbildungen, sind mit Vorliebe verwendet.

Wer unbefangen die Façade dieses Hauses in ihrer glücklichen Massenvertheilung, aber durchaus unsicheren architektonischen Behandlung, ihren vielfach dilettantischen Einzelheiten, ihrem durchaus niederdeutschen Wesen betrachtet und daneben das Berliner Schlofs, der wird wohl schwerlich auf den Gedanken kommen, dafs diese beiden so grundverschiedenen Werke von einer Hand sein sollen. Dort die Meisterschaft einer in ihrer Formensprache fertigen, sicher über ihre Mittel verfügenden Schule, hier das Anstreben eines geistvollen Mannes, der sich aber selbst über die richtigen Verhältnisse eines Wandpfeilers noch nicht ganz klar ist. Dort breite Gröfse, hier reizvolle, eigenartige Vielgestalt.

2. Das Kamekesche Gartenhaus in der Dorotheenstrafse. Dasselbe ist bezeichnet mit der Jahreszahl 1712, entstand also, nachdem Schlüter sich jahrelang mit dem italienischen Theile des Schlofsbaues beschäftigt, nachdem er an demselben viel gelernt hatte. Trotzdem entwirft er ganz nach malerischen Grundsätzen, während die Italiener immer architektonisch empfanden. Er gab dem Bau mit grofsem Geist das Gepräge eines Landhauses. Die Formen sind nicht mehr ängstlich, aber völlig willkürlich. Lisenen gliedern die Wände, die Gesimslinien sind so ganz gegen die antike Regel gezeichnet, wie ich dies an keinem Bau jener Zeit kenne. Schlüter gefiel sich nach dem Vorbild süddeutscher Barockmeister sichtlich in der Verneinung jener klassischen „Regeln“, welche ihm von Eosander und Sturm als Richter über seine Werke vorgehalten wurden. Das Detail kommt aber über Linienwerk nicht hinaus und schwankt zwischen Magerkeit und Uebertreibung. Es ist ungewöhnlich geistreich, nicht aber innerlich abgeklärt. Das Ornament ist ganz naturalistisch, selbst plastische Fenstervorhänge kommen vor!

Aehnlich ist das sehr lehrreich gebildete Innere beschaffen. Schlüter würde sicher dem Schlofs einen bewegteren Grundrifs gegeben haben, wäre derselbe von ihm abhängig gewesen. Das

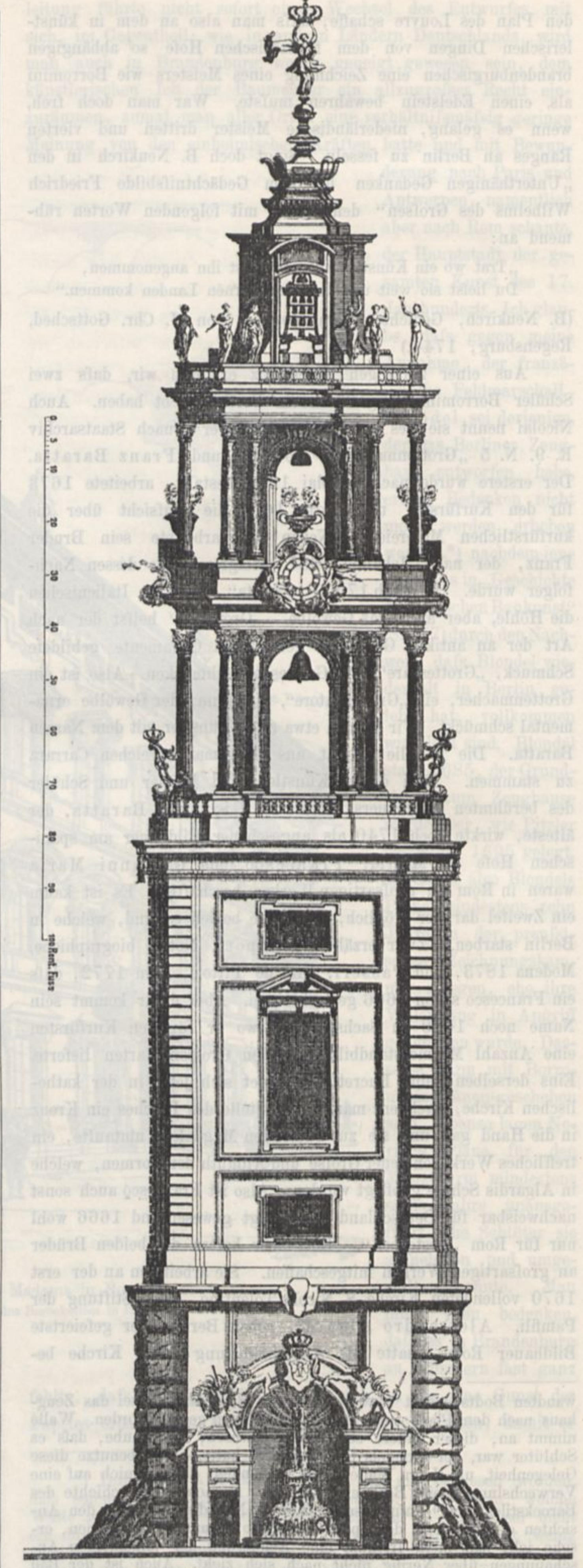


Abb. 4. Schlüters Entwurf für den Münzthurm in Berlin vom Jahre 1702.

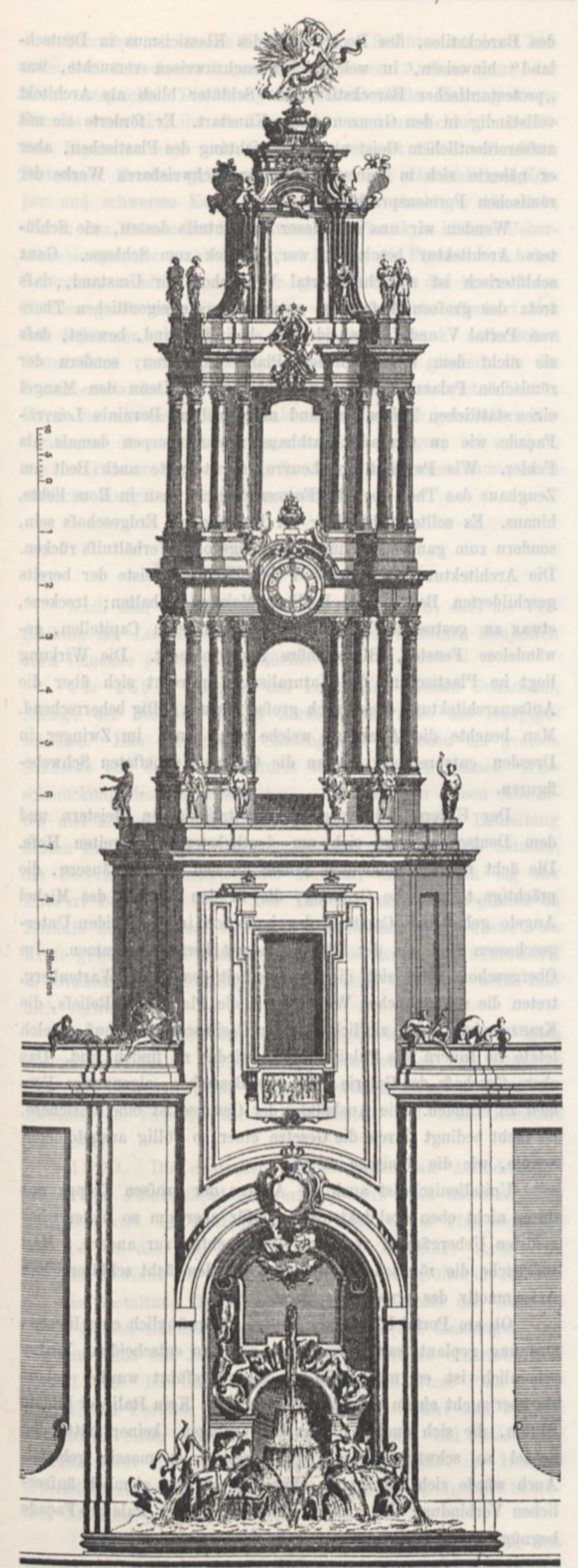


Abb. 5. Schlüters Entwurf für den Münzthurm in Berlin vom Jahre 1704.

beweist er hier und in Charlottenburg. Ihm war es in erster Linie um die plastische Fülle der Formen, nicht um die Einheit des Kunstwerkes zu thun. Die Stuckirung der Decke im Mittelsaal des Landhauses zeigt wieder Schlüters Eigenart. Sie ist völlig naturalistisch. Körperliche Wolken überschneiden die Architektur, die ornamentalen Formen haben die fette Formenmacht Rubensscher Schule, die architektonische Abtheilung der Massen tritt hinter dem Naturalistischen zurück. Man beobachte die Vorliebe für Kranzgewinde und für die am Kämpfer sich aufwindenden Archivolten, die gewändelosen Fenster, plaquettenartigen Reliefs — alles Merkmale, welche zwar nicht sicheren Anhalt für Schlüters Mitwirkung bieten, jedoch dieselbe ankündigen.

3. Das Zeughaus. Ich bezweifle, dafs Schlüter an diesem Bau irgend etwas selbst gefertigt habe, als die Schlufssteine im Erdgeschofs, die Verdachungsornamente im Obergeschofs und endlich die Holzschnitzereien an den Thoren. Er baute eine 15 Fufs hohe Attika auf das Zeughaus. Diese war mit landschaftlich behandelten Reliefs geschmückt. Im November 1698 schlug eine Commission vor, die Attika als nicht haltbar wieder abzutragen. Dies geschah unter dem Architekten de Bodt wohl seit 1700. Dieser mufste als Schüler Blondels den „regelwidrigen" Aufbau auf die streng klassicistische Façade mifsbilligen. Es wurde zur weiteren Ausschmückung des Baues ein Franzose, Guillaume Hulot, 1700 berufen. Obgleich man sich so viel in Berlin darauf zu gute thut, Schlüter zu ehren, hat doch noch niemand versucht zu trennen, welche Bildwerke am Zeughaus Hulot und welche der Lieblingsmeister der Berliner geschaffen habe. Es ist das bezeichnend dafür, wie wenig auf Grund der bis jetzt erreichten Stilkenntnifs jener Zeit sich Schlüters Schaffensart in der Plastik von der bei Algardi wie bei den Parisern herrschenden Schule des Duquesnoy unterscheiden läfst. Aber es giebt doch Merkmale in dem geringeren Geist, der glatteren Manier, dem gebundenen Aufbau des Franzosen, der freilich an technischem Können Schlüter den Rang streitig machen konnte. Jedenfalls haben deutsche Meister, vorzugsweise Weihenmayr und vielleicht Herfort, jene Gruppen entworfen, welche dem Zeughaus barockes Leben geben, diese sind aber zu einer Zeit aufgerichtet, in welcher Schlüter mit dem Zeughause nichts mehr zu thun hatte. Dagegen betrachte man die ächt deutschen, stacheligen Akanthusranken an Schlüters Schlufsstein-Helmen, die belgische Form seiner Cartouchen, um ihn wieder als Niederdeutschen zu erkennen.

4. Die Entwürfe zum Münzthurm. Es ist eine jener Ungerechtigkeiten, welche der Eifer aller Biographen Schlüters, ihren Mann über alle Zeitgenossen zu erheben, zuwege brachte, dafs man alle jene Entwürfe zum Münzthurm, welche andere fertigten, für minder formenrein oder formenreif, edel aufgebaut, wirkungsvoll erklärte, als die des Meisters, dessen technisches Ungeschick an diesem Bau sich in so betrübender Weise offenbarte. Wer vorurtheilslos die Entwürfe Sturms und Deckers neben jenen Schlüters prüft, wird bekennen müssen, dafs ein Unterschied im architektonischen Können kaum zu bemerken ist. Sicher aber erweist sich Schlüter in seinen Thurmanlagen (Abb. 4 u. 5) nicht als der Architekt, der die Schlofsfaçade entworfen haben kann. Seine Mittel, den unteren Mauerkörper zu gliedern, sind schwächliche: Lisenen und Rahmenwerk, vorgebaute Brunnennischen in den Formen von Portal V, Verkröpfungen der Fenstergewände, endlich riesige, leere Flächen oder an anderen Plänen

landschaftlich behandelte Reliefs. Die oberen Säulenstockwerke erheben sich unvermittelt über dem Mauerkörper, die Anordnung ist ohne Flufs der Linien, den Schlüter durch allerhand Schmiedewerk hineinzubringen strebte. Es zeigt sich eben seine deutsche, noch nach Ausdrucksmitteln suchende, anstrebende Kunst, im Gegensatz etwa zu der meisterlichen, schulmäfsig ausgebildeten Architektur von Barattas Thürmen von S. Agnese.

5. Das Kreuzsche Palais in der Brüderstrafse. Es ist wahrscheinlich, dafs der Entwurf desselben von Schlüter stammt, sicher ist er aus seiner Schule. Das Detail entspricht ganz der deutschen Barockschule, wie sie z. B. gleichzeitig in Dresden sich ausbildete. Auch in der Decoration des Festsaales sieht man jene Kunstformen, aus welchen sich der Zwinger-Entwurf Pöppelmanns herausschälte, hier allerdings gemildert durch die gröfsere Bedeutung, welche die Kunst Frankreichs und der Niederlande für Berlin, als für Dresden gewann.

6. Das Posthaus. Auch dieser Bau zeigt die Architektur der deutschen Barockschule klar in der Behandlung der jonischen Säulen, in den gewändelosen Fenstern, der Vorliebe für naturalistisches Ornament. Die Hauptwirkung liegt in der Plastik, namentlich der grofsen, ganz in Rubens Formen gehaltenen Cartouche über dem Balconfenster. Der Bau hat wenig von der Sonderart Schlüters, erscheint vielmehr wie ein Schulwerk.

7. Schlofs Charlottenburg. Nicolais Behauptung, Schlüter habe im Schlofs Charlottenburg sein erstes Architekturwerk geschaffen, ist anzuzweifeln, weil sie nicht urkundlich belegt ist. So wie die Façaden des Baues heute sich darstellen, hat Schlüter sie schwerlich entworfen. Eosander sagt ja, Schlüter habe zu viel Bildhauerei an den Fronten angebracht, weil er nicht wisse, „dafs die majestätische Pracht in der Simplicität bestehe." Da nun von plastischem Schmuck bis auf einige ganz mittelmäfsige Schlufssteinköpfe am Bau nichts zu sehen ist, so ergiebt sich, dafs Eosanders Aenderungen des Planes die Oberhand bei der Bauausführung gewannen. Die alte Form, welche mehr der Kunst Schlüters entspricht, stellt Pitzler in sehr zu beachtenden Skizzen dar. Der jetzt vorhandene Bau bekundet Eosanders Art als die eines Mannes, dessen italienische Schule durch französische Regelrichtigkeit geläutert worden war. Diese eigenthümliche Mischung in Eosanders Kunstart spricht ein Epigramm auf das Schlofs aus, welches die Kurfürstin Sophie Charlotte an Liselotte von Orléans sandte; es heifst vom Charlottenburger Schlosse:

„Italiens kluger Geist, der hat mich aufgeführet
Und Frankreichs art'ger Sinn, der hat mich ausgezieret,
Doch Teutschland ist's, von dem mein grofser Ruhm herfliefst,
Weil dessen schönstes Aug' in mich verliebet ist!"

Mit Recht hat Dohme auf die Wachhäuschen am Hof des Schlosses als auf das einzige hingewiesen, in dem man, neben Theilen der Grundrifsanlage, noch Schlüters Hand vermuthen dürfe. Charlottenburg bietet daher wenig Anknüpfungspunkte für die Stilvergleichung.

8. Die Bildwerke Schlüters zeigen den Meister in seiner Vollendung. Ich müfste das Gebiet überschreiten, welches dieser Arbeit gezogen ist, wollte ich mich auf die kunstgeschichtliche Würdigung derselben einlassen, behalte mir dies jedoch für eine andere Gelegenheit vor.

Nach alledem zeigt sich Schlüter als ein Meister, der von nationaler Grundlage ausging. Ich mufs auf meine „Geschichte des Barockstiles, des Rococo und des Klassicismus in Deutschland" hinweisen, in welcher ich nachzuweisen versuchte, was „protestantischer Barockstil" sei. Schlüter blieb als Architekt vollständig in den Grenzen dieser Kunstart. Er förderte sie mit aufserordentlichem Geist nach der Richtung des Plastischen, aber er näherte sich in keinem der sicher nachweisbaren Werke der römischen Formensprache.

Wenden wir uns mit dieser Erkenntnifs dessen, wie Schlüters Architektur beschaffen war, zurück zum Schlosse. Ganz schlüterisch ist zunächst Portal V. Schon der Umstand, dafs trotz des grofsen Aufwandes an Formen die eigentlichen Thore von Portal V und I bescheiden, ja kleinlich sind, beweist, dafs sie nicht dem ursprünglichen Plane angehören, sondern der römischen Palazzo-Façade angefügt sind.*) Denn den Mangel eines stattlichen Thores empfand man auch an Berninis Louvre-Façade wie an Campens Rathhaus von Antwerpen damals als Fehler. Wie Perrault am Louvre, so steigerte auch Bodt am Zeughaus das Thor über die Formen, welche man in Rom liebte, hinaus. Es sollte nicht mehr der Eingang ins Erdgeschofs sein, sondern zum ganzen Bau in ein wirkungsvolles Verhältnifs rücken. Die Architektur des Portales V ist ganz im Geiste der bereits geschilderten Bauten des Berliner Meisters gehalten: trockene, etwas zu gestreckte Wandpfeiler mit schweren Capitellen, gewändelose Fenster, Blattschnüre als Ornament. Die Wirkung liegt im Plastischen, der Naturalismus erstreckt sich über die Aufsenarchitektur, diese durch grofse Statuen völlig beherrschend. Man beachte die Atlanten, welche ganz jenen im Zwinger in Dresden entsprechen, die an die Gesimse gehefteten Schwebefiguren.

Der Unterschied zwischen den italienischen Meistern und dem Deutschen zeigt sich am deutlichsten im zweiten Hofe. Die ächt römisch gebildeten Säulen an den Treppenhäusern, die prächtige toskanische Ordnung, die in den Formen des Michel Angelo gehaltenen Capitelle der jonischen in den beiden Untergeschossen sind aus der älteren Bauzeit herübergenommen. Im Obergeschofs zeigt sich die Unsicherheit des Palais Wartenberg, treten die schwächlichen Wandpfeiler, die Plaquetten-Reliefs, die Kranzgewinde, die zierlich reichen Gesimsconsolen auf, welch letzte im Innern des Palais Kameke wieder zu finden sind. Das obere Geschofs der Galerie zeigt das Bestreben, eigenartige Formen zu erfinden. Die Ausladung der Gesimse ist eine unsichere, ist nicht bedingt durch die Gesetze einer so völlig ausgebildeten Schule, wie die römische es war.

Unitalienisch ist auch die Anlage der grofsen Treppe mit ihren nicht eben architektonisch, dafür aber um so malerischer gelösten Uebergängen von einer Wagerechten zur andern. Man vergleiche die römischen Ordnungen mit dem ächt schlüterischen Achsenmotiv des ersten Geschosses.

Ob am Portal I, wie am Louvre, ursprünglich eine Riesen-Ordnung geplant war, vermag ich nicht zu entscheiden. Wahrscheinlich ist es nicht. So wie sie ausgeführt wurde, gehört sie aber nicht einem römischen Meister an. Kein Italiener bildete Säulen, die sich auch nach unten verjüngen, keiner hätte den Sockel so schwächlich, das Hauptgesims so massig gebildet. Auch würde sich Borromini schwerlich mit der ziemlich äufserlichen Verbindung des grofsen Motives und der Palazzo-Façade begnügt haben.

*) Auf diesen Umstand machte mich ein geistreicher Freund, Bankier Holländer in Dresden, aufmerksam.

Schreiten wir in die Festsäle. Von Schlüter ist der 1704 vollendete Schweizersaal geschaffen, dessen Aufbau ganz der Front entspricht. Die strengere architektonische Haltung dieses Raumes bezweckt, ihn als Vorzimmer zu kennzeichnen. Schlüters Eigenart zeigt sich ferner in dem erst 1706 vollendeten Rittersaal: Trocken gebildete Wandpfeiler mit schwächlichem Körper und schwerem Kopf, im Hauptgesims stachliger Akanthus, wie in den Helmen des Zeughauses, die Plastik in kühnen Ueberschneidungen der architektonischen Linien, die Figuren von hoher Schönheit, rundlicher, weniger geknittert als die in breiteren Flächen gearbeiteten italienischen. An der Decke offenbart sich der Bildhauer, welcher die Massen mehr nach malerischen Grundsätzen vertheilt, weniger architektonisch gliedert als die früher entstandenen Festsäle. Aber auch in diesen ist Schlüters Hand zu erkennen. Er durchbrach mit seinem geistvollen Naturalismus die strengere Anlage seiner Vorgänger, bei welchen, wie im Palazzo Pitti und im Louvre, die Figuren immer noch statische Aufgaben zu erfüllen hatten.

Die Baugeschichte des Schlosses.

Nach dem bisher Festgestellten ergiebt sich, dafs die Vertheilung der Leistungen am Schlofs in den einzelnen Baujahren etwa folgende gewesen sein dürfte.

Um 1690. Beginn des Baues im zweiten Schlofshof, Anlage der Festsäle in der nordöstlichen Ecke des Hauptgeschosses. Bau der grofsen Säulengalerie zwischen der grofsen Schnecke und dem Treppenthurm des Theifsschen Hauses. Ausschmückung des Alabastersaales. Die zwischen neuen Absichten und Einhaltung des alten Planes schwankende Bauleitung hatten Smids, Nering, Grüneberg und vielleicht auch Eltester, die Decorationen fertigten die Baratta, als Bauplan lag der Entwurf Borrominis vor. Die Italiener am Bau beginnen an Einflufs zu verlieren, seit die deutsch-nationale Kunstart an Kraft gewinnt. Der Stuccateur Novi ist entlassen, Simonetti in Oranienburg beschäftigt, der Deutsche Döbeler wird vielfach verwendet.

1698. Umbau der Façade gegen den Schlofsplatz nach italienischem Plan. Schlüter kommt an den Bau und betheiligt sich, wie es scheint, an der ornamentalen Ausschmückung der italienischen Façade, deren Einzelheiten auf seine Kunstart hinweisen.

1699. Die deutschen Meister treten mit Abänderungsplänen der Palazzofaçade hervor. Deckers Plan entsteht. Inzwischen wird die Lustgartenfront nach altem Plan errichtet und bis an das viel später ausgebaute Portal IV fortgesetzt. Schlüter gewinnt im Aeufseren und Inneren gröfseren Einflufs auf die Gestaltung der Gesamtanlage. Er erhält den Auftrag, Portal I nach seinem Plan in die Palazzofaçade einzufügen und wird zu Ende des Jahres zum Schlofsbaudirector ernannt.

1700. Die Lustgartenfront wird nach altem Plan fertig gebaut, die Festsäle in derselben werden stuckirt und bis auf die Malerei fertig gestellt. Francesco Baratta und Eltester †. Schlüter baut das Portal I nach seinem Plane, im Inneren arbeitet vorzugsweise der Grottirer Johann Damnitz nach Schlüters Angaben.

1701. Portal I wird als monumentales Festthor für den Einzug des Königs fertig gestellt. Die Lustgartenfront ist fertig, es zeigen sich in ihrer Mittelachse Risse. Man mufs deshalb Veränderungen an ihr vornehmen. Schlüter entwirft neue Pläne für das Portal V, das grofse Treppenhaus und den Münzthurm. Die Ausmalung der Festsäle beginnt.

1702. Der Bau des Schlosses ist einstweilen abgeschlossen. Die innere Ausstattung schreitet fort. Man beginnt die Anlage des Münzthurmes nach Entwürfen Schlüters. Dieser geniefst die volle Anerkennung des Königs und erhält eine Gehaltszulage. Er beschäftigt zahlreiche Zeichner.

1703. Es wird am Münzthurm gebaut. Es zeigen sich Risse an demselben, der Bau wird bis zum Herbst eingestellt. Schlüter läfst die Pläne zum Umbau des Säulenhofes, welcher bis jetzt unberührt stand, durch Broebes und Decker stechen. Man beginnt den Umbau.

1704. Der Münzthurmbau wird wieder aufgenommen. Die Gartenansicht von Portal V wird nach neuem, von Schlüter gefertigtem Plane in die alte Façade eingebaut. Der Schweizersaal wird nach Abbruch der alten Schnecke fertig gestellt. Der Rittersaal wird infolge des Umbaues der an ihn stofsenden Treppe und des Portales V umgeändert.

1705. Der Umbau an Hof und Haupttreppe wird fortgesetzt, Simonetti dazu herbeigezogen. Die innere Ausstattung des Schlosses wird fortgesetzt. Schlüter erhält ein Geschenk von 8000 Thalern. Er baut am Münzthurm weiter.

1706. Der innere Ausbau des Theifsschen Hauses wird betrieben, der Umbau des Hofes nach Schlüters Plan, des Portales V und des Rittersaales ist vollendet, die rothe Sammetkammer wird neu decorirt. Die „Berge“, decorative Felshaufen, werden an den Münzthurm angesetzt. Die Katastrophe tritt ein, der Münzthurm wird abgebrochen. Eosander wird erster Hofbaubeamter.

Um die Geschichte der Folgezeit darzustellen, mufs ich noch einige Bemerkungen nachtragen.

Es ist, wie gesagt, ein Zufall, dafs uns Acten aus der Bauzeit von 1699 bis 1707 erhalten sind. Für die Folgezeit fehlen sie fast gänzlich. Sicher ist nur, dafs Eosander seit 1707 im Berliner Adrefsbuch als erster und Schlüter als zweiter Hofbaubeamter genannt werden und dafs des Letzteren Name 1708 im Hofbauamt fehlt. Er ist nur als Mitglied der Akademie verzeichnet. Ferner ist sicher, dafs Broebes mit Bestimmtheit Eosander als denjenigen bezeichnet, der die Schlofsflügel um den ersten Hof herum errichtete. Also war seit dem Bau des Alabastersaales und des Lustgartenflügels, seit etwa 1690, der Schlofsbau nicht „erweitert“ worden. Das ergiebt sich auch aus dem Titelbilde des XVII. Bandes des Theatrum Europaeum, welches der Berliner Akademieprofessor Wentzel für das Jahr 1706 entwarf und auf dem die noch unverlängerte Schlofsplatz-Front dargestellt ist. Hieraus erklärt sich, warum man am 18. October 1708 wieder eine Grundsteinlegung feierte. Eosander begann nun, nach fast zwanzig Jahren, eine neue Erweiterung des Schlosses. Auch er mufste bei derselben den „gemachten Desseins“, also diesmal Schlüters Plänen folgen, schon der Symmetrie des Baues wegen. Im Jahre 1711 schreibt Marperger, Eosander habe die „neue Auslegung“ des Schlosses nach Abbruch des Münzthurmes fortgesetzt. Der Bau habe „bis anhero einen solchen glücklichen Anwachs genommen, dafs man in wenig Jahren Zeit der Vollkommenheit defsselben sich wird zu erfreuen haben.“ Broebes läfst vermuthen, dafs 1715 das Portal III noch nicht fertig war, ja dafs der Plan zu demselben noch nicht feststand. Denn in seiner Skizze des Schlosses nach

Eosanders Entwurf stellt er den Bau noch als zweigeschossig dar. Eins der Portale im ersten Hofe hat bereits den Namenszug des Königs Friedrich Wilhelm I., entstand also sicher nach dem 25. Februar 1712. Dagegen hat das Portal III das Zeichen Friedrichs I. Also auch hier sind noch Unklarheiten aufzuhellen!

Nun wurde Eosander am 19. Juni 1714 aus dem preufsischen Staatsdienst entlassen. Als er ging, war demnach der Bau der Wohnflügel am ersten Hofe noch nicht einmal im Aeufseren fertig. Die Vollendung desselben fiel Schlüters Schüler Böhme zu. Von diesem sagt Hofrath Buchholz zwar, er sei „einer der allergeschicktesten Architekten“ am preufsischen Hofe gewesen. „Seine Modestie hielt ihn zurück zu brilliren“. Trotz dieses Lobes ist aber keineswegs anzunehmen, dafs Böhme Portal III entworfen habe. Denn auch diesen Bautheil hat nach meinem Ermessen kein Deutscher, schwerlich auch ein Schwede geschaffen. Er stammt aus der Schule des Fuga oder Carlo Fontana, vielleicht auch der Bologneser Meister, etwa eines Galli Bibiena. Ob jenes Triumphthor wohl gar erst der Zeit um 1728 entstammt, also der Zeit, aus welcher der von Dohme dargestellte Plan herzuleiten ist? Der grofse Dresdener Baumeister M. D. Pöppelmann war 1728 am Schlofs beschäftigt, als es galt, Zimmer für den Besuch König Augusts II. von Polen vorzurichten (s. Beckmanns Chronik). Diese befanden sich im unteren Stock des gegen das „rothe Schlofs“ gerichteten Flügels. Aber auch von den Dresdener Architekten hat keiner die italienische Formensprache besessen, welche jenes Thor kennzeichnet. Sollte Gaetano Chiaveri die Hand im Spiele gehabt haben, der damals in russische Dienste trat und dann erst unter König August III. nach Dresden kam? Die Stadtansichten von Haffner, Werner-Engelbrecht, welche bis 1720 reichen, zeigen ein anders geartetes Thor als das heutige. So wenigstens erscheint es bei den flüchtigen Darstellungen der Stadt.

Hier giebt es, meines Erachtens, noch manche Frage in der Berliner Baugeschichte zu lösen, selbst dort, wo man sich bisher in der Sicherheit völligen Klarsehens wiegte. Es ist wahrlich an der Zeit, sich von dem Banne Nicolaischer Ueberlieferung los zu reifsen, um unbefangen die Nachrichten zu prüfen und um Ergebnisse zu erlangen, welche weniger im Sinne des Klassicismus gefärbt sind, als die des Mannes seichter Aufklärung! Man wird sich bemühen müssen, auch die Meister, welche neben Schlüter arbeiteten, gerecht zu beurtheilen, und man wird finden, dafs Eosander und Sturm Recht hatten, als sie von dem grofsen Bildhauer behaupteten, dafs die Architektur ein ihm minder geläufiges Gebiet sei. Namentlich aber wird man Schlüters Eigenart als durchaus deutscher Architekt mehr würdigen müssen. Er nimmt eine Stellung in der Kunstgeschichte seiner Zeit ein, wie etwa Bach in der Musik. Man würde dem Ruhme dieses Meisters nicht dienen, wollte man ihm diese oder jene glänzende, im Zeitgeist geschriebene italienische Oper zuweisen. Seine Gröfse liegt zum guten Theil in der Beschränkung. So auch bei Schlüter. Will man ihn gerecht würdigen, so mufs man dies aus dem damaligen Stande der nationalen Kunst heraus thun, aus deren Fehlern und Vorzügen. Denn nicht das absolut Erreichte kennzeichnet die Gröfse eines Mannes, sondern der Schritt nach vorwärts, den sein Volk und durch dieses die Welt ihm verdankt. Schlüters Baukunst ging aus dem Elend des 30jährigen Krieges hervor. Sie erhob sich hinsichtlich der schulmäfsigen Ausbildung so wenig zur Höhe der Italiener und Franzosen, wie die Dichtung des Gerhardt und Flemming es that. In der Bildnerei konnte er sich auf die Niederländer stützen, deren Kreis er von Jugend auf angehörte. In der Baukunst boten diese ihm wenig. Darum mufste er sich hier auf eigene Füfse stellen. Was er als Architekt schuf, trägt die Merkmale ungenügender Vorbildung, aber zugleich eines gewaltigen künstlerischen Wollens. Der Kampf zwischen Schlüter und seinen Gegnern fiel zu seinen Ungunsten aus, weil jene sich schulmäfsig gebildet erwiesen, er eine auf die eigene Kraft gestellte Sondererscheinung war. Es entspricht sein Ringen jenem der so aufserordentlich beanlagten Dichter des 17. Jahrhunderts gegen die pedantische Schulmäfsigkeit des Gottsched. Denn Sturm ist der Gottsched der deutschen Baukunst. Es sei mir noch gestattet zu bemerken, dafs ich von einer namhaften Berliner Verlagsbuchhandlung den Auftrag erhielt ein Lebensbild Schlüters auszuarbeiten. Ich weifs wohl, dafs es mir nicht alsbald gelingen wird, alle Fachgenossen zu meinen neuen Anschauungen hinüberzuziehen. Manche meiner Ausführungen werden Entgegnungen, vielleicht völlige Widerlegung finden. Willkommen wird es mir sein, diese bald kennen zu lernen. Ich hoffe mir die Anerkennung zu erwerben, dafs ich mich triftigen Gründen nicht aus Eigenwillen widersetze.

Die Klosterkirche in Offenbach a. Glan.

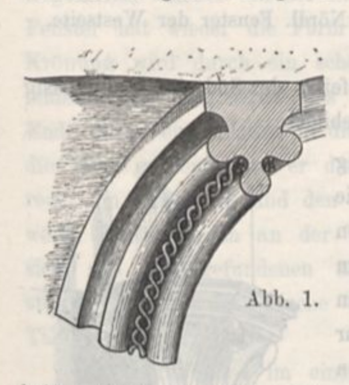
(Mit Zeichnungen auf Blatt 46 und 47 im Atlas.)

In einer der herrlichsten Gegenden unseres Vaterlandes, entfernt von den grofsen Verkehrslinien des Reiches, in der Mitte eines ruhigen Thales, umgeben von rebenbekränzten Geländen liegt der Flecken Offenbach am Glan, einem Zuflufs der Nahe. Einst befand sich hier ein Kloster von Benedictinermönchen, welche aus St. Vincenz in Metz kamen, um das Wort Gottes zu lehren. Nur wenig ist von jener wohl einst stattlichen Niederlassung geblieben. Aber das Wenige, der letzte Rest der Kirche verleiht noch heute in seinem traurigen Verfall jener Gegend einen besonderen Reiz. Schon von fern wirkt die Landschaft höchst malerisch. Majestätisch überragt die Kirche in ihren markigen Umrissen die Häuser des Ortes und zieht zauberkräftig den staunenden Fremdling in ihre Nähe. Und wenn auch die Unbill des Wetters und vor allem die Hand habgieriger und unwissender Menschen das Bauwerk arg zerstörte und uns nicht mehr viel liefs, so können uns doch auch die Trümmer noch in ihrer Formenschönheit entzücken und uns erzählen von den Tagen einstiger Herrlichkeit. Wer — so wird jeder, der zum ersten Male das Glanthal besucht, mit Verwunderung fragen — ist der Meister, der dieses Kunstwerk schuf, wer baute die Kirche hierher, wo sie auf Meilen in der Runde ihres Gleichen nicht hat? In den folgenden Zeilen sei der Versuch gemacht den Schleier zu lüften, der sich über das Bauwerk deckt.

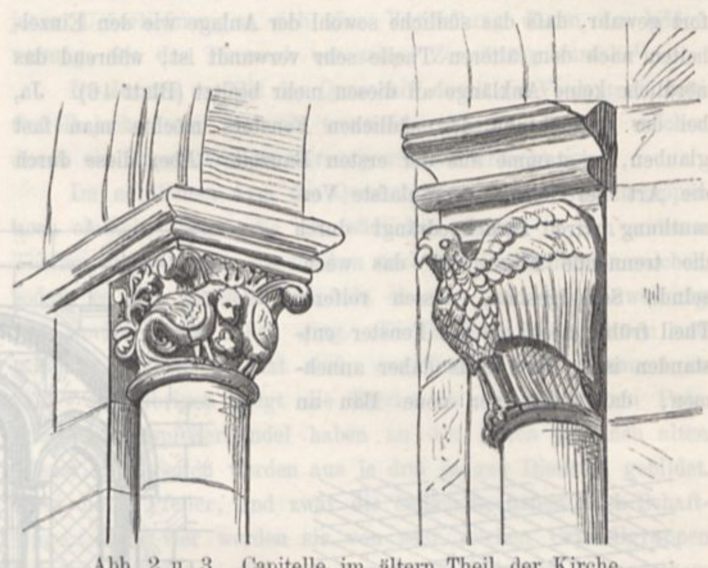
Vergeblich blättert man in den Urkunden des Mittelalters, ganz vereinzelt findet man den Namen Offenbach, und was darüber gesagt wird, ist meist äufserlicher Art und betrifft die Kirche selbst wenig. Wenden wir uns daher von dem vergilbten Pergamente jenen Zeugen zu, die, den Stürmen der Jahrhunderte trotzend, uns von dem Meister erzählen werden, dem sie ihr Dasein verdanken.

Die Kirche von Offenbach war, wie man heute noch deutlich zu erkennen vermag, eine dreischiffige Pfeilerbasilika mit Querschiff sowie mit einem Haupt- und zwei Nebenchören im Osten. Ueber der Vierung erhebt sich noch heute ein achteckiger Glockenthurm. Aufser diesem sollen an der ehemaligen Westseite zwei kleinere Thürme gestanden haben, doch ist das nur der Ueberlieferung nach bekannt. Ferner ist in dem Grundrifs zwischen der Haupt- und Südnische des Chores noch ein angelegter, aber nicht zur Ausführung gekommener Thurm erkennbar; denn nach den weiter unten zu entwickelnden Beziehungen[1]) haben wir den an dieser Stelle befindlichen, durch ein Tonnengewölbe überdeckten Bautheil so zu deuten. Später vielleicht mag man aus Mangel an Geld oder Raum — denn im Norden war dieser durch die vorhandenen Klosterbauten beengt — von diesem reicheren Plane abgegangen sein und auf die Thürme im Chore verzichtet haben.

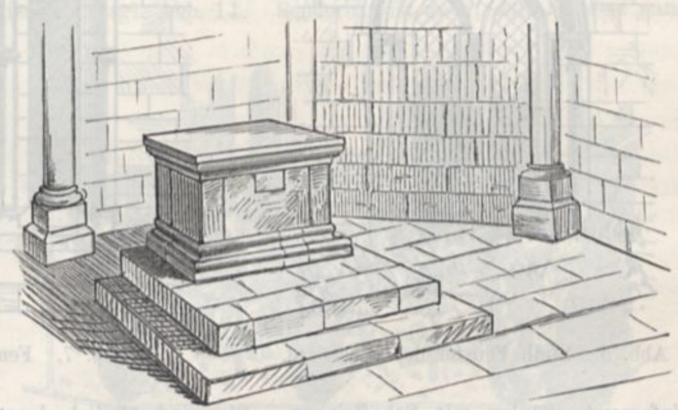
Im Osten ist die alte Kirche noch vollkommen unversehrt (s. Tafel 47, Choransicht). Drei kräftige Chornischen, welche sich auf je fünf Seiten des Zehnecks erheben, schliefsen den Bau ab. Massig in den Verhältnissen sind die kleinen Fenster gehalten, welche, von Säulchen mit Knospencapitell eingefafst und spitzbogig geschlossen, das erste Keimen der Gothik in Deutschland zeigen; und wenn auch diese Chornischen innen noch Klostergewölbe und romanische Wandsäulen mit Schaftringen aufweisen, aufsen betonen bereits die kräftig einsetzenden Strebepfeiler das Wesen der neuen Bauart. Die beiden kleineren seitlichen Nischen öffnen sich unmittelbar gegen das Querschiff, während die grofse Hauptnische vor sich noch ein Chorjoch mit Kreuzgewölbe hat. Die Rippen vom Klostergewölbe der Hauptnische haben eine sonderbare Zeichnung, wie Abb. 1 zeigt. Auffallend sind auch die Capitelle an diesem älteren Theile der Kirche. Bunt wechseln hier romanische Thiergestalten mit frühgothischen Knospen ab, und zwar zeigen nicht nur die Fenstersäulchen, sondern auch die beiden Pfeilerbündel der Vierung im Osten diesen eigenthümlichen Wechsel. Die Abb. 2 und 3 geben zwei derselben.


Abb. 1.

Der alte Hauptaltar der Kirche, welcher sehr schlicht und einfach ist (Abb. 4), steht noch auf seinem ursprünglichen Platze. Unter ihm befindet sich eine Gruft, vielleicht die einstige Ruhestätte des Stifters. Der Zeitabschnitt, in welchem die drei Chornischen im Osten errichtet wurden, kann kein sehr langer gewesen sein. Am Fugenschnitt der Südseite erkennt man, wie eine deutliche Theilung der Wand unten beim wechselnden Sockelgesims beginnt. Der Fugenzug geht an dieser Seite bis hinauf über den östlichen Strebepfeiler, um sich dann der Ostseite mitzutheilen. Wie auf Blatt 47 an der Chorseite links neben den südlichen Querhausfenstern angedeutet, durchzieht


Abb. 2 u. 3. Capitelle im ältern Theil der Kirche.

diese Trennung, auf der Ansicht mehr oder weniger sichtbar, die ganze Ostfront. Rechts beim nördlichen Querhausfenster wendet sie sich wieder nach unten und trennt so das Fenster von der unteren Chornische. Sich zur Nordseite wendend, sehen


Abb. 4. Alter Hauptaltar.

wir die Fuge auf Blatt 46 sich unmittelbar neben dem Strebepfeiler dem Sockel nähern. Oben über dem Fenster zeigt dann eine zweite Fuge die abermalige Trennung dieses vom darüber befindlichen Giebel. Sofort ins Auge springt nun auch die Formenverschiedenheit dieser so jäh getrennten Theile der Kirche, und zwar am meisten an der Nordseite des Bauwerkes. Sonderbar ist schliefslich der Umstand, dafs an den Quadern, welche die Chorabschlüsse bilden, gar keine Steinmetzzeichen wahrzunehmen sind, während an fast allen Steinen jenseit der oben beschriebenen Linie sich solche nachweisen lassen, eine Thatsache, die nicht unbeachtet bleiben darf.

Wenn somit eine erste und zweite Bauzeit anzunehmen ist, so ist es doch wichtig zu erfahren, wo die zweite an die erste räumlich ansetzt. Vergleicht man die beiden kleinen Chornischen, so läfst sich an ihnen kaum ein Zeichen finden, welches bewiese, dafs der Bau in einer bestimmten Richtung vorgetrieben worden sei. Das einzige wäre, dafs der südliche Chor um ein geringes schlanker in den Verhältnissen und um ein Gurtgesims reicher ist als der nördliche. Doch scheint ersterer Umstand mehr vom Zufall, der andere mehr vom Geschmack der Erbauer ab-

1) Bei den verwandten Kirchen St. Vincenz und St. Peter in Wimpfen im Thal sind diese Thürme ausgeführt.

zuhängen, und man darf diesem Unterschiede daher baugeschichtlich kein zu grofses Gewicht beimessen. Wirft man dagegen einen Blick auf die Fenster des Querschiffes, so wird man sofort gewahr, dafs das südliche sowohl der Anlage wie den Einzelheiten nach dem älteren Theile sehr verwandt ist, während das nördliche keine Anklänge an diesen mehr besitzt (Blatt 46). Ja, bei der Betrachtung des südlichen Fensters möchte man fast glauben, es stamme aus der ersten Bauzeit. Aber diese durch die Art der Formen veranlafste Vermuthung wird zurückgedrängt durch die trennende Fuge und das wechselnde Sockelgesims, dessen reiferer Theil früher noch als das Fenster entstanden ist. Man mufs daher annehmen, dafs hier der neue Bau an den alten ansetzte und diesem zeitlich so nahe gestanden hat, dafs seine Urheber noch völlig im Sinne der ersten Erbauer schufen. Vielleicht brachte auch ein äufseres Ereignifs die Leitung der Arbeit in andere Hände. Diese Annahme, dafs hier auf der südlichen Seite der zweite Bauabschnitt anfängt und dann mit der Vollendung des Querschiffes nach Norden fortschreitet, wird durch die Formen des Querhauses bewiesen; man vergleiche nur den zeitlichen Fortschritt zwischen dem südlichen und nördlichen Fenster der heutigen Westseite der Kirche (Abbildung 5 u. 6).

Verweilen wir jedoch noch einen Augenblick bei der Südseite des Gebäudes. Auch das an dieser Seite befindliche Fenster (Abb. 7) zeigt noch

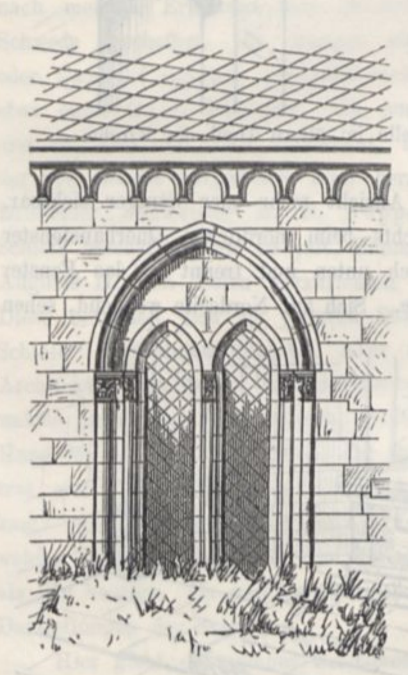


Abb. 5. Südl. Fenster der Westseite.

Abb. 7. Fenster an der Südseite.

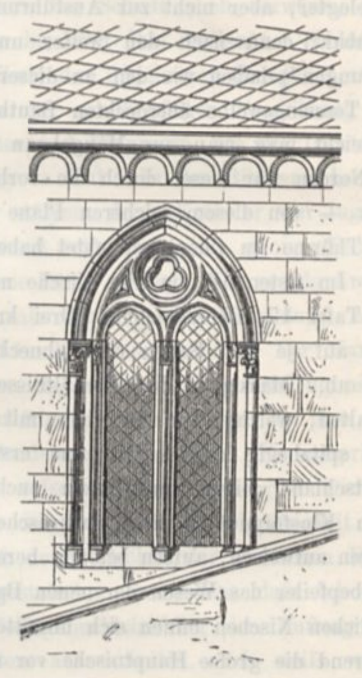


Abb. 6. Nördl. Fenster der Westseite.

einfassende Säulen mit Schaftringen. Sie sind ähnlich denen der Hauptchornische, aber mannigfaltiger in den Einzelheiten. Abb. 8 giebt einige der Schaftringe von der inneren Seite

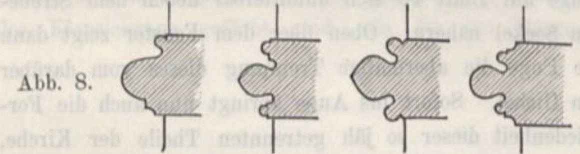


Abb. 8.

des Fensters im Schnitt, Abb. 9 jene merkwürdige Form, welche die Entstehung des Ringes aus einer Verschmelzung von Capitell und Basis der Säule zeigt, wie sie deutlicher kaum ausgedrückt werden kann. Der untere Theil wird durch Kelche und Blätter, der obere durch eine leicht gezeichnete attische Basis gebildet. Während die Basen der in Rede stehenden Fenstersäulen noch das Eckblatt haben, sind die Capitelle nur noch halb in Knospenform gehalten: unter einem mehrseitigen Abacus hat die obere Blattreihe noch frühe Knollen, die andere ist schon durch sehr naturwahr geformte Pflanzen ersetzt. Abb. 10 giebt ein solches Capitell. Die Strebepfeiler der Südseite sind massig und ähnlich denen der Ostseite gebildet.

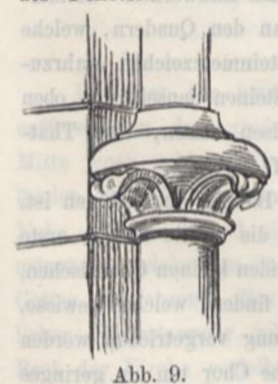


Abb. 9.

Ein allmählicher Uebergang aus diesen kräftigen Formen, die sich auch deutlich an den beiden noch theilweis vorhandenen Fenstern des südlichen Seitenschiffes zeigen und denen des Hauptchores sehr ähnlich sind, geht nun, wie schon kurz erwähnt, an der westlichen Wand des Querschiffs vor sich. Das südlichere Fenster derselben, welches noch sehr kräftig in der Gliederung erscheint, ist schon zu einer einzigen, nunmehr zweitheiligen Oeffnung mit undurchbrochener Platte im Bogenfelde verschmolzen, während die südliche Ostseite noch zwei kleine getrennte Fenster, aus der ersten Zeit stammend, zeigt (siehe Blatt 47 Schnitt.) Einen Schritt weiter in der Entwicklung ist bereits die nördliche Hälfte der Westseite. Diese behandelt die Einzelheiten des Fensters schon sehr viel zarter und durchbricht das

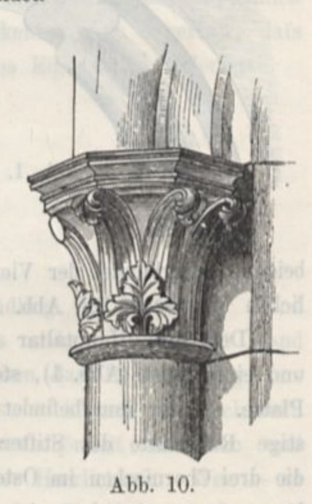


Abb. 10.

Bogenfeld (Abb. 6). Genau ebenso, mithin also gleichzeitig, ist das diesem entsprechende Fenster auf der Ostseite des Querschiffs. Bei beiden haben die äufseren, einfassenden Säulen noch einen Kelchrand, während der Abacus zu einer ganz flachen Platte zusammengeschrumpft ist. Die kleineren Säulchen gehen noch weiter, das Capitell, nur von der halben Höhe der äufseren, zeigt keinen Kelchrand und keine Platte, nur ein dünner schwacher Astragal läuft unter dem ganz naturgetreu aufgelegten Blattwerk um den Schaft herum.

Ganz ähnlich diesem kleinen ist das grofse Nordfenster gebildet (s. Blatt 46). Es ist viertheilig und zeigt die einfache Mafswerktheilung durch einen in den Spitzbogen gelegten Kreis, unter dem sich dann je zwei kleinere Bögen öffnen, die das System wiederholen. Aufsen haben die senkrechten Stützen nur eine einfache Abschrägung, innen sind sie in Rundstab und Kehle aufgelöst. Auch bei diesen Säulchen finden sich jene einfachen Kämpferbetonungen, nur aus Astragal und Blattwerk ohne Abacus und Kelchrand. Unter diesem grofsen Fenster zeigt die Nordwand eine Thür mit einem Kleeblattbogen, welcher aus einem kräftigen Rundstab und folgender Kehle gebildet wird. Aufsen wird die Pforte von zwei starken, rundstabähnlichen Säulen eingefafst, die unmittelbar in den einfachen, vom Kämpfer an reich mit Weinlaub berankten Spitzbogen übergehen. Rechts schliefst ein kleiner Treppenthurm, links ein einfacher, einmal abgeschrägter Strebepfeiler die Nordseite ab, deren Giebel nur ein glattes griechisches Kreuz als Fenster unter dem ebenso einfachen Hauptgesimse belebt.

Derselben Bauzeit, wie die Nordwand, nämlich der dritten, gehört also das schon erwähnte nördliche Fenster der Ostseite des Querhauses an (vergl. Blatt 47). Ebenso kann man aus später zu erörternden Gründen darauf schliefsen, dafs der Giebel, welcher das Langhaus der Kirche nach Osten hin abschliefst, der zweiten Bauzeit angehört,[1]) während der darunter befindliche Chor noch in die erste fällt. Diesen Giebel schmückt ein steigender Bogenfries, welcher von der Giebelneigung abweicht. Das einzige Fenster hat wieder die Form eines griechischen Kreuzes. Die Krönung wird durch ein schönes, gleichschenkliges Kreuz gebildet. Der Bogenfries des Giebels wird an seinem unteren Ende durch eine Platte, in die er ausläuft, aufgefangen und um die Ecke gekröpft, wo er dann unter dem Hauptgesims wagerecht am Langschiff und den seitlichen Wänden des Querschiffes weiter läuft. Auch an der Westseite sehen wir ihn, und wie sich aus den gefundenen zahlreichen Bruchstücken des zerstörten Schiffes der Kirche ergiebt, umzog er einen grofsen Theil desselben.

Wie nun dieses im einzelnen gewesen, entzieht sich vollkommen der Beurtheilung. Es steht von ihm nur noch ein Joch des südlichen Seitenschiffs, und dieses, noch überwölbt, zeigt die Form eines den Chornischen ähnlichen Fensters. Wie aber das nördliche Seitenschiff, wie das Strebesystem, wie die Fenster des Mittelschiffes beschaffen waren, bezüglich dieser Fragen kann nur auf einige Andeutungen alter Leute verwiesen werden, die Schmidt in seinen Baudenkmalen von Trier und Umgebung III, Einl. S. 3, aufgezeichnet hat. An Ort und Stelle läfst sich nur weniges feststellen, jedoch ist die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dafs man durch Aufnahme der in den Häusern von Offenbach vermauerten Steine der Kirche und unter Benutzung jener Ueberlieferungen sich eine Vorstellung davon zu bilden vermag, wie das Bauwerk vor seiner Zerstörung aussah.[1])

Im Innern zerfällt das Querschiff durch die Vierung in zwei Gewölbejoche und den sie trennenden Vierungsthurm, welcher durch ein kuppelförmiges Kreuzgewölbe überdeckt ist.

Im nördlichen Arm des Querschiffes sind die Gewölberippen noch einfach, ebenso die des südlichen Armes in den unteren Theilen, diese werden aber schon nach wenigen Schichten reicher, sodafs es den Anschein hat, als ob man bei der Einwölbung von Norden nach Süden ging. Die Kappen haben Busen und scheinen, da sie geputzt sind, aus Bruchsteinen gemauert zu sein. Im übrigen zeigt die Kirche im Innern keinen Putz. Die Vierungspfeilerbündel haben an den Ecken je einen alten Dienst, ihre Seiten werden aus je drei jungen Diensten gebildet. Zwei dieser Pfeiler, und zwar die östlichen, haben noch Schaftringe. Alle vier werden sie von sehr reichen Capitellgruppen gekrönt, an denen sich ein buntes Gemisch von romanischem Thierknauf und frühgothischen Knospen findet, während die Eckdienste der Querschiffe schon sehr frei behandelte Capitelle mit leicht angelegtem Blattwerk, ähnlich dem des nördlichen Fensters zeigen. Gleich ausgezeichnet in der Behandlung des Blattwerks ist eine kleine Kragsteingruppe unter einem dieser Eckdienste, vergl. Abb. 11. Sonderbar ist auch, dafs bei dem ganz

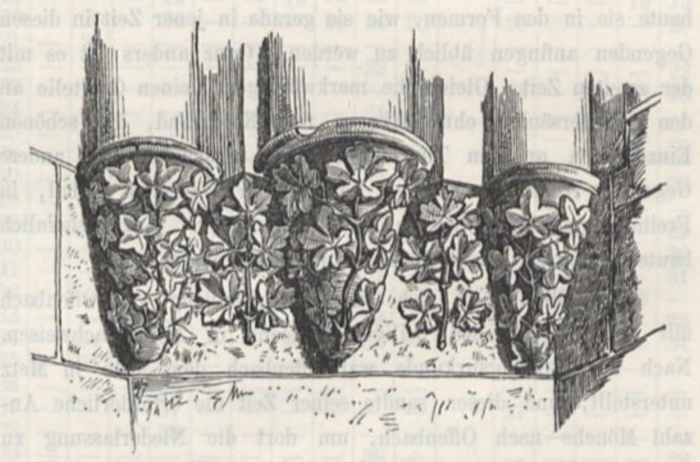


Abb. 11. Eckdienst - Kragsteingruppe.

gothisch gehaltenen Pfeilerbündel im Nordwesten der Vierung, welches keine Schaftringe mehr hat, noch die Basis mit Eckblättern vorkommt. Ueber der Vierung erhebt sich der Thurm, welcher durch Zwickelkuppeln aus dem Viereck ins Achteck übergeführt wird. Ein achttheiliges Kreuzgewölbe schliefst den Raum nach oben ab. Die Rippen dieses Gewölbes zeigen schon einen späten, sehr zarten Umrifs in Birnstabform und beginnen auf kleinen Kragsteinen, welche theils aus menschlichen Köpfen mit Blattwerk (Abb. 12), theils aus letzterem allein gebildet werden. Der Eindruck dieses Gewölbes ist ein höchst wirkungsvoller, weil



Abb. 12. Kragstein.

1) Ein Beweis hierfür liegt darin, dafs am Giebel Steinmetzzeichen auftreten, die am Chore sonst nicht zu finden sind. Es kommen sowohl auf den Quadern oberhalb des nördlichen Ostfensters, wie am Giebel die Zeichennummern 8 und 18 aus Abb. 13 vor. Beide finden sich auch noch auf der Nordseite.

1) Aus jenem zerstörten Theile der Kirche, vielleicht von der Westfront selbst, stammen die noch vorhandenen Standbilder eines Petrus und Paulus.

der Erbauer es sehr geschickt verstand, die Kuppel aus zwei Schildbögen, und zwar von Süden her, mit dreieckigen Fenstern zu beleuchten. In den vier über den Gurtbögen befindlichen Wänden befinden sich glatt abgeschrägte Spitzbogenfenster, welche den Zweck hatten die Bodenräume der Kirche von der Vierung aus zu erhellen. Ueber dem Gewölbe hat der achteckige Vierungsthurm noch ein Geschofs zur Aufnahme der Glocken, äufserlich durch ein kräftiges Hauptgesims abgeschlossen. Die Glockenstube hat sieben Fenster mit einfachem Mafswerk und sehr kräftiger Gewölbegliederung. An der achten Seite lehnt sich ein kleiner Treppenthurm an. Wie die Spitze des Thurmes anfangs gedacht war, ist nicht ganz ersichtlich. Fast möchte man glauben, dafs der kühne Erbauer hier eine durchbrochene Steinspitze plante. Es sprechen für diese Annahme nicht nur Beziehungen, auf die später zurückzukommen sein wird, sondern auch die sorgfältig durchgeführte Abwässerung des Vierungsgewölbes legt den Gedanken nahe.

Dies die Beschreibung der Kirche von Offenbach, eines Bauwerks, das am Glan seines Gleichen nicht hat.[1]) Man wird daher sofort fragen, wie kam dieses Werk hierher und mit welchen zeitlich bestimmten Bauten ist es verwandt?

Die erste Bauzeit kommt unstreitig sehr nahe der der frühgothischen Kirchen des Saar- und Moselkreises. Mit welchen von diesen Kirchen sie im einzelnen zusammenhängt, ist vor der Hand nicht zu sagen, da weder Urkunden noch Steinmetzzeichen, noch seltene Einzelheiten hier einen Weg weisen. Man baute sie in den Formen, wie sie gerade in jener Zeit in diesen Gegenden anfingen üblich zu werden. Ganz anders ist es mit der zweiten Zeit. Gleich die merkwürdigen kleinen Capitelle an den Fenstersäulen ohne Abacus und Kelchrand, die schönen Einzelheiten an den Thurmkragsteinen weisen in eine andere Gegend. Aehnliche Formen kommen in Wimpfen i/Thal, in Freiburg und Strafsburg an den Münstern vor. Augenscheinlich baute Freiburgs Münsterhütte auch in Offenbach.

Urkundlich läfst sich ein Zusammenhang von Offenbach mit dem Kloster des heiligen Vincenz in Metz nachweisen. Nach der Stiftungsurkunde war Offenbach dem Abte in Metz unterstellt, und dieser sandte seiner Zeit die erforderliche Anzahl Mönche nach Offenbach, um dort die Niederlassung zu gründen. Von jenem einst sehr mächtigen Kloster des heiligen Vincenz besteht heute nur noch die Kirche, ein Bau in edlen hochgothischen Formen, das Kloster ist zum gröfseren Theile verschwunden, und der Rest in eine Schule verwandelt. Aus den Metzer Annalen erfahren wir, dafs der Bau dieser noch bestehenden Kirche 1248 begonnen wurde.[2]) Auffallend ist beim Vergleich derselben mit Offenbach die Aehnlichkeit der Grundrisse. St. Vincenz ist nur etwas gröfser und reicher in der Ausführung. Während in Offenbach der Gedanke der Thurmanlage neben dem Hauptchor schon beim ersten Entstehen derselbelben verlassen wird, erheben sich hier zwei viereckige Glockenthürme zwischen den Chornischen. Die Verhältnisse der Fenster sind schon schlanker, die der Dienste und Pfeiler zarter als in Offenbach; dennoch zeigt das ganze Bauwerk bis auf die Westfront, die aus späterer Zeit stammt, in den Einzelheiten die gröfste Verwandtschaft mit der kleinen Klosterkirche. Hiernach fragt es sich, ob nicht auch unter den Bauhütten beider Kirchen eine Beziehung bestanden hat. Inwieweit eine solche nachweisbar ist, wird sich weiter unten ergeben. St. Vincenz ist uns für unsere Untersuchung zunächst wichtig, weil diese Kirche uns zu anderen Bauwerken leitet, deren Vergleich mit Offenbach weitere wichtige Rückschlüsse ergiebt.

Wie schon in neuerer Zeit mehrfach bemerkt worden ist, ähnelt St. Vincenz sehr der kleinen Stiftskirche von Wimpfen im Thal. Mit Wimpfen betreten wir aber, wie schon Adler nachgewiesen hat,[1]) das Gebiet der Freiburger Dombauhütte, und vergleicht man deren Hauptwerk, das Freiburger Münster, mit Offenbach, so finden sich dort mancherlei Anschlüsse, die für die Bestimmung unserer Klosterkirche von Wichtigkeit sind. So am südlichen Querhausgiebel ein von der Dachneigung abweichender Bogenfries wie in Offenbach am Giebel über dem Chore. Auch das Kreuzfenster hier hat dort ein Vorbild an der Nordseite des Querschiffs, und schliefslich wiederholt sich das Kreuz auf dem Chorgiebel von Offenbach in der Zeichnung genau an einem kleinen Gotteslamm im Bogenfelde der Eingangsthür vom südlichen Seitenschiffe in Freiburg (drittes Joch von Westen). Ebenso übereinstimmend zeigen beide Kirchen über der Vierung einen Thurm, der in Freiburg, obschon er das später angelegte Dach nicht durchdringt, doch immerhin besteht und im Innern die gleiche Ueberführung aus dem Viereck ins Achteck zeigt, wie wir sie in Offenbach haben.

Wichtiger als diese Einzelheiten ist aber das Nordfenster von Offenbach. Sowohl was Anlage, Umrifs der Pfosten und Einzelheit der Capitelle anbetrifft, kehrt es an der Südseite der Münsterkirche wieder, und zwar ist besonders entscheidend für den Vergleich die merkwürdige Uebereinstimmung in der Bildung der Capitelle ohne Abacus und Kelchrand, eine Anordnung, die in Deutschland selten ist. Dazu kommt noch bei beiden die grofse Uebereinstimmung in der Behandlung des Blattwerks. Durch diese Gegenüberstellung der Freiburger Südschifffenster mit Offenbach kommen wir nun dem Theile des Münsters sehr nahe, an dem Adler den Einflufs Erwins von Steinbach nachgewiesen zu haben glaubt. Es ist das für unser Bauwerk sehr wichtig; denn gerade die Behandlung des Blattwerks und der wenigen noch vorhandenen bildlichen Theile unserer Klosterkirche ist derjenigen der Einzelheiten von Freiburg an dieser Stelle besonders verwandt. So ähneln die Kragsteine im Vierungsthurme von Offenbach nicht nur in der Behandlung, sondern man möchte fast sagen auch in den Gesichtszügen jenen Figuren unter dem ersten äufseren Umgange des Münsterthurmes. Wie unten an der Westseite finden sich auch oben am Thurme Formen, die einen Zusammenhang mit Offenbach verrathen; die beiden verwickelten Mafswerke der Offenbacher Dreiecksfenster unter dem Gewölbe im Vierungsthurme sind beide in der Thurmspitze von Freiburg wieder zu finden.

Alle diese Eigenthümlichkeiten sagen wohl mehr, als dafs der Meister von Offenbach und seine Steinmetzen von Freiburg lernten und an der kleinen Klosterkirche nachahmten, was sie

1) Grofsartiger in der Anlage mag freilich die Kirche auf dem Disibodenberge am Einflusse des Glans in die Nahe gewesen sein, doch kann man sich heute aus den spärlichen Resten kaum ein richtiges Bild von ihr machen. Offenbach am nächsten kommt noch die Meisenheimer spätgothische Kirche mit ihrem majestätischen steinernen, durchbrochenen Thurmhelme.

2) Pertz, Scr. I, 157, Annales S. Vincentii Mettensis: *1248 Hoc anno jactata sunt primitus fundamenta hujus nove ecclesie in crastino beatissimi Nicholai.*

1) Adler, Deutsche Bauztg. Jahrg. 1881, S. 447 ff.

am Münster als für ihren Bau brauchbar gesehen. Die Verwandtschaft von Formen, welche zeitlich so auseinanderliegen wie der romanische Bogenfries und die verwickelten Mafswerkfenster der Hochgothik, an zwei verschiedenen Bauwerken bekundet, dafs zu verschiedenen Zeiten Einflüsse von Freiburg auf Offenbach ausgeübt worden sind. Am einfachsten erklärt sich ein solches mehrmaliges Einwirken, wenn man annimmt, dafs Freiburger Steinmetzen auch in Offenbach thätig gewesen sind, und zwar ebensowohl solche, die dort am Querschiff gearbeitet haben, wie solche, die am Südschiff und am Thurme beschäftigt wurden. Das ist von grofser Bedeutung; denn da sich diese Annahme noch auf andere Weise belegen läfst, so ergiebt sich hieraus eine ungefähre Zeitbestimmung für Offenbach.

Dieser anderweite Nachweis läfst sich mit Hülfe der Steinmetzzeichen[1]) führen. Für Strafsburg, Freiburg und Wimpfen hat Adler diesen Zusammenhang nachgewiesen,[2]) es bleibt übrig, dies für Offenbach zu thun. Zu dem Behufe sind in Abb. 13 die Steinmetzzeichen der Klosterkirche gegeben und



Abb. 13. Steinmetzzeichen von Offenbach.

die Nummern dieses Verzeichnisses sind bei dem Vergleiche, welchen die nachstehende Zusammenstellung der Steinmetzzeichen giebt, benutzt. Bei den ersten fünf Kirchen[3]) wurden Verzeichnisse benutzt, die Verfasser allein bei vorübergehenden Besuchen gesammelt hat und die daher an Vollständigkeit manches zu wünschen übrig lassen. Für Strafsburg wurde eine gröfsere Sammlung von Klotz verwandt, die bei Didron, Annales archaeologiques, Band III, veröffentlicht ist, in der aber nicht der Fundort der Zeichen angegeben wird. Werthvoller war daher das Verzeichnifs, welches Adler in der „Deutschen Bauzeitung" 1873 S. 311 gegeben hat, und welches insbesondere Zeichen von den Theilen des Strafsburger Münsters bringt, an denen der Einflufs Erwins von Steinbach nachgewiesen wird. In dem Verzeichnisse sind die Strafsburger Zeichen dieser Zeit durch fett gedruckte Zahlen gekennzeichnet.

Nr. in Abb. 13	Offenbach										Metz				
	Ostgiebel	südl. Querschiff	Vierungspfeiler	Nordwand unten	Nordwand oben	nördl. Ostwand	westl. Treppenhaus	östl. Treppenthurm	Achtort	Langhaus	St. Vincenz	Kathedrale	Wimpfen	Freiburg	Strafsburg
1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1	**1**
2	—	2	—	—	—	—	—	—	2	2	—	—	—	—	**2**
3	—	—	3	—	—	—	—	—	3	—	—	3	3	—	3
4	—	—	—	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	—
5	—	5	—	—	—	—	—	5	5	5	5	5	5	5	**5**
6	—	—	—	—	—	—	—	—	6	—	6	—	—	—	6
7	—	7	—	—	—	—	—	7	7	7	7	—	7	—	7
8	8	8	8	—	—	8	—	8	8	—	8	—	—	8	**8**
9	—	—	—	9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	—	—	—	—	—	—	—	—	10	—	—	—	—	—	—
11	—	—	—	—	—	—	—	—	11	—	—	—	—	—	—
12	—	—	—	12	12	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
13	—	—	—	13	13	—	13	—	—	—	—	—	—	13	—
14	—	—	—	—	—	—	14	—	—	—	—	—	—	14	—
15	—	—	—	—	15	—	—	—	15	—	15	—	—	—	**15**
16	—	—	—	16	—	—	—	—	16	—	—	—	—	16	—
17	—	17	—	—	—	—	—	17	—	17	—	—	—	—	**17**
18	18	18	—	—	—	18	18	18	—	18	18	—	—	18	—
19	—	—	—	19	—	—	19	—	—	—	—	—	—	19	19
20	—	20	—	20	—	—	—	20	20	20	20	20	—	—	20
21	—	21	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
22	—	—	—	—	—	—	—	—	22	—	—	—	—	—	22
23	—	—	—	—	—	—	—	—	—	23	23	—	23	23	**23**
24	—	—	—	—	—	—	—	—	24	—	—	—	—	—	—
25	—	—	—	—	—	—	—	—	25	—	—	—	—	—	—
26	—	—	—	—	—	—	—	—	—	26	—	—	—	—	—
27	—	—	—	—	—	—	—	—	27	—	27	—	—	—	27
28	—	—	—	—	—	—	—	—	28	—	—	—	—	—	—
29	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	**29**
30	—	—	—	—	—	—	—	—	30	—	—	—	—	—	**30**
31	—	—	—	—	—	—	—	—	31	—	31	—	—	—	**31**
32	—	—	—	—	32	—	—	32	32	—	—	—	—	32	—
33	—	—	—	—	—	—	—	—	33	—	—	—	—	—	**33**
34	—	34	—	—	—	—	—	—	34	—	—	34	—	—	34
35	—	35	—	—	—	—	—	—	—	—	35	—	35	—	—
36	—	—	—	36	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
37	—	—	—	37	—	—	—	—	—	—	37	—	—	—	—
38	—	—	—	38	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
39	—	—	—	—	—	—	—	—	39	—	—	—	—	—	39
40	—	—	—	—	—	—	—	—	40	—	—	—	—	—	—
41	—	—	—	41	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
42	—	—	—	—	—	—	—	—	—	42	—	—	—	—	—
43	—	—	—	43	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
44	—	—	—	44	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	44
45	—	45	—	—	—	—	—	—	45	—	45	—	45	45	**45**

Ziffernmäfsige Zusammenstellung der Steinmetzzeichen nach ihren Orten in Offenbach und ihre Wiederkehr an den verwandten Bauten.

Aus dieser vergleichenden Uebersicht geht hervor, dafs bei den in Frage kommenden Bauwerken ein Austausch der Gesellen stattgefunden hat, dafs dadurch gewisse Einzelheiten von einem Bauwerk auf das andere übertragen wurden. Greift man nun durch die Aehnlichkeit der Formen und Uebereinstimmung der Steinmetzzeichen bestimmten Theile jener Bauwerke heraus und vergleicht sie auf ihre zeitliche Entstehung mit Offenbach, so bestätigt die Gegenüberstellung die Wahrscheinlichkeit, dafs Gesellen der Freiburger Hütte in Offenbach gearbeitet haben, und es ist die Möglichkeit gegeben, an der Hand der so verwandten Bauwerke eine Bestimmung für die Klosterkirche zu finden.

1) Ueber deren Bedeutung für die Bauhütten des Mittelalters vergl. Heideloff, Heimsch u. a.

2) Adler, Deutsche Bauztg. Jahrg. 1870, 1873, 1881.

3) Die Kenntnifs der Zeichen des Metzer Domes verdanke ich dem Herrn Bauinspector und Dombaumeister Tornow, der mir Papierabdrücke davon zur Verfügung stellte.

Für diesen Vergleich kommt bei Offenbach allerdings nur ein Theil in Betracht, denn nicht alle Theile der Kirche weisen Steinmetzzeichen auf. Nach der obigen Zusammenstellung sehen wir drei verschiedene Sorten von Steinmetzzeichen, die sich auch wieder mit den Formen so ziemlich decken. Im unteren Theile der Kirche, dem Ostgiebel, dem Querschiff bis zum Vierungsthurme zum Theil im Langhause herrschen die Zeichen 1 bis 21 und 45 vor; an dem Nordfenster treten daneben eine Reihe ganz besonderer Zeichen auf, die sonst an der Kirche nicht zu finden und hier mit den alten Zeichen durchmischt sind: Nr. 36, 37, 38, 41, 43 und 44. In der Höhe der Masken fangen dann gleichfalls neue Zeichen an. Anfangs mit den alten gemischt bleiben sie in den oberen Schichten des Thurmes allein übrig; es sind dies Nr. 22 bis 34. Dieser Umstand beweist, dafs zunächst ein Gesellenwechsel stattgefunden haben mufs. Nach den Formen liegen die drei Bautheile aber auch zeitlich auseinander. Es haben also Unterbrechungen im Bau stattgefunden. Aber auch über den Verbleib der Gesellen geben die Zeichen Aufschlufs. Ein Theil derselben findet sich in Metz an der Vincenzkirche, einige auch am Dom, andere kehren in Wimpfen wieder, um später in stärkerer Zahl in Freiburg und Strafsburg aufzutreten. Für die Zeitbestimmung ergiebt sich aus den Formen weiteres. Der Ostgiebel entspricht dem Querhause von Freiburg, welches nach Adler 1230 bis 1250 entstand, das Nordfenster dem Südschiff in Freiburg, und dieser Theil des Münsters entstand unmittelbar vor Beginn des Thurmes von Offenbach, also wohl ausgangs der sechziger Jahre. Man kann also nicht wesentlich fehl greifen, wenn man diese Theile von Offenbach in die Zeiten der verwandten Theile des Münsters setzt. Dagegen sind der obere Theil des Thurmes und wahrscheinlich auch das Langhaus später und entsprechen den Bauabschnitten des Münsterthurmes in Freiburg, welche gegen Anfang der siebziger Jahre des dreizehnten Jahrhunderts zu setzen sind. Später treten dann die Offenbacher Zeichen in Strafsburg auf an solchen Theilen des Münsters, die nach Adler 1277 bis 1318, unter Leitung Erwins von Steinbach, entstanden sind.

Nachdem es so gelungen, eine ungefähre Zeitbestimmung zu gewinnen, ist es nöthig, die gewonnenen Thatsachen mit den vorhandenen Urkunden zu vergleichen. Zunächst besteht die Gründungsurkunde, welche besagt, dafs Rheinfried von Rüdesheim im Jahre 1150 ein Kloster stiftete, indem er einen Theil seines Erbes in Offenbach und Umgegend dem Kloster von St. Vincenz in Metz vermachte, in welches sich einer seiner Söhne zurückgezogen. Er verpflichtete den Abt, mindestens drei seiner Mönche stets in Offenbach wohnen und den priesterlichen Dienst versehen zu lassen. Dieses Vermächtnifs wurde vom Erzbischof von Mainz, in dessen Sprengel das Kloster lag, bestätigt. In der Urkunde[1]) ist, wie auch schon Schmidt hervorhebt, von einer Kirche gar nichts erwähnt, das jetzt noch bestehende Bauwerk kann aber nicht aus jener Zeit stammen. Es scheint also, als ob hier eine Kirche oder wenigstens eine kleine Capelle schon bestanden hätte, die den Mönchen anfangs zu ihren religiösen Uebungen diente, eine Ansicht, die Schmidt in seinen Baudenkmälern[2]) auch ausspricht. Später mehrte sich der Reichthum des Klosters durch allerlei Vermächtnisse. Es ging unter anderem die kleine Kirche von Hirsau,[1]) jenseits des Glan, an die Offenbacher Mönche über. Sie erhielten das Recht, die Zölle in einer ganzen Anzahl von Orten zu erheben, ebenso besafsen sie die Marktrechte in Offenbach, und viele Ländereien in der Umgegend wurden ihr voller Besitz.[2]) Es ist daher nicht unwahrscheinlich, dafs man nun daran dachte, sich eine gröfsere Kirche zu bauen. Man begann mit der Chorseite, und hier ist das Werk, da sich Steinmetzzeichen an diesem Theile nicht finden, wohl unter der Leitung der Mönche selbst entstanden.[3]) Dies mag in den ersten Jahrzehnten des dreizehnten Jahrhunderts geschehen sein. Unter den Urkunden befindet sich eine,[4]) welche beginnt: „Fridericus Dei gracia Romanorum Rex“..., aber kein Datum trägt. Falls diese Urkunde von Friedrich I. ausgestellt ist, so könnte das nur 1184 geschehen sein, als der Kaiser seinen glänzenden Hoftag in Mainz abhielt, wo er gewifs viele Schutzbriefe ähnlichen Inhalts ertheilte. Das Kloster Offenbach blickte damals erst auf ein kurzes Bestehen, seine Haupterwerbungen fallen später,[5]) daher erscheint es wahrscheinlicher, die Urkunde Friedrich dem Zweiten zuzuschreiben. Dieser Kaiser hielt sich 1235 ganz in der Nähe von Offenbach auf, war mit der Kirche ausgesöhnt und vom Banne frei. Es wäre daher denkbar, dafs die Mönche von Offenbach, welche den Neubau ihrer Kirche begonnen hatten, zum kaiserlichen Hoflager eilten und sich einen Schutzbrief für ihr Hab und Gut ausstellen liefsen.

Diese Vermuthung verträgt sich sehr gut mit der angenommenen Zeit jener ersten Bauthätigkeit ohne Steinmetzzeichen, da die Bauformen wie die Strebepfeiler und der so entschieden auftretende Spitzbogen an den Fenstern in dieser Gegend erst nach 1230 oder 1235 entstanden sein können. Bald darauf beginnt die Stockung und die Wiederaufnahme des Baues durch die Steinmetzen der Freiburger Hütte. Dieser Bauabschnitt kann bis zur Mitte des Jahrhunderts gewährt haben, dann mufs eine Unterbrechung der Arbeit eingetreten sein. Ob das aus Geldmangel geschah oder dadurch, dafs äufsere Feinde die Ruhe störten, ist nicht genau festzustellen. Nach den Zeichen zu urtheilen, treten die Gesellen nach 1248 in Metz auf, und erst später setzen andere den Bau fort.

Es liegt dann eine zweite Urkunde vor, welche Kaiser Rudolph I. am 10. September 1213 dem Kloster ausstellte, und man wird wohl nicht fehl gehen, wenn man annimmt, dafs diese mit der Bauthätigkeit am Thurme und Langhause zusammenfällt. Nach der Art der Urkunde scheint es fast, als ob ein äufserer Feind in den Frieden des Klosters eingegriffen, und dies mit zur Unterbrechung des Baues beigetragen habe; denn die Urkunde nimmt das Kloster in den persönlichen Schutz des Kaisers und verbietet gegen dasselbe Unbill jeglicher Art, wobei die Belästigung durch Waffengewalt ausdrücklich mit einbegriffen wird (*... defendas, non permittens eidem a quoquam in personis aut rebus injuriosam in ferri molestiam*

1) Bei Crollius a. a. O. Nr. 2, S. 37. Ferner bei Calmet, Histoire de Lorraine, Tome II, preuves CCCXXXVIII, edit I.

2) Schmidt: Baudenkmale der röm. Perioden und des Mittelalters in Trier und seiner Umgebung III. Lief. S. 3 f. — Dafs neben der damals schon bestehenden „Stadtkirche“ von Offenbach, welche im siebzehnten Jahrhundert zerstört wurde, mindestens eine Capelle bestanden, geht aus der Bezeichnung „Cella S. Maria“ hervor. Wo dieselbe aber gestanden, ist ungewifs.

1) s. Blätter für Architektur und Kunsthandwerk Jahrg. 1888. Sept. Oct. „Ein Blick ins Glanthal.“

2) Crollius a. a. O.

3) Vergl. Heideloff, Heimsch u. A.

4) Crollius a. a. O. S. 42.

5) Crollius a. a. O. S. 43.

aut jacturam).[1]) In der vorigen Urkunde kennt man eine solche Spitzfindigkeit noch nicht, es könnte also scheinen, als ob die Mönche von Offenbach in den letzten 50 Jahren üble Erfahrungen gemacht hätten, welche diese Vorsicht erklären. Wie lange nun diese Bauzeit gedauert hat und wie weit während derselben der Bau gefördert wurde, ist nicht zu bestimmen, da vom Langhause sich nur sehr wenige Quader fanden, deren Platz sich bestimmen liefs und die auch Steinmetzzeichen trugen.

Ueber die Vollendung des Bauwerkes bestehen zwei Berichte, welche aber auseinander gehen. Nach Schmidt wäre im Laufe der Jahrhunderte eine allmähliche Stockung des Baues eingetreten und es hätten zu Anfang dieses Jahrhunderts nur die Gewölberippen des Langhauses und das noch stehende südliche Seitenschiff als einziges eingewölbt gestanden. So seien die Tage der Franzosenherrschaft über Deutschland hereingebrochen, und das alte Dach des Querschiffes wäre sehr baufällig gewesen, sodafs den Gewölben Gefahr durch die Witterung drohte. Man habe sich daher, um die Mittel für die Erneuerung der Dächer des Querschiffes und des Chores zu schaffen, entschlossen, das unvollendete Langschiff abzubrechen und zu versteigern. Dieser Bericht erscheint aber durch Betheiligte gefärbt, da ihm die Erzählungen anderer Augenzeugen gegenüberstehen, dafs sie die Kirche als vollendet gekannt, und dafs dieselbe abgebrochen und versteigert wurde, um einigen Wenigen Gewinn zu verschaffen. Gegen Schmidts Annahme spricht auch noch die Thatsache, dafs nach dem Aufgeben der alten Stadtkirche von Offenbach im siebzehnten Jahrhundert einige Einzelheiten der letzteren in die Klosterkirche geflüchtet wurden. Dieser Umstand zeigt an sich schon, dafs letztere geräumiger und besser erhalten war, als die verfallende Stadtkirche, sicher aber ein bedecktes Langhaus hatte, da sonst ein Abhalten des Gottesdienstes in derselben nicht gut möglich gewesen wäre. Später sollen die Grundmauern der Westseite zum Bau des jetzigen evangelischen Schulhauses verwandt worden sein. Die letzten Theile des Klosters selbst, welches ähnlich wie in Wimpfen, an der Nordseite der Kirche lag, verschwanden erst in der Mitte dieses Jahrhunderts, als man an jener Stelle ein katholisches Pfarr- und Schulhaus errichtete. Der einzige Rest von den zum Kloster gehörenden Bauten besteht noch in dem alten Wohnhause des Klostermaiers, einem Bau, der wohl aus dem Anfange des sechzehnten Jahrhunderts stammt.

Fassen wir zum Schlusse die gewonnenen Thatsachen zusammen, so ergiebt sich, dafs die Stiftung eines Benedictiner-Klosters in Offenbach im Jahre 1150 durch Rheinfried von Rüdesheim erfolgte. Wann der Bau der jetzt vorhandenen Kirche begann, ist ungewifs, es läfst sich nur ungefähr schliefsen, dafs die unteren Chortheile aus der Zeit um 1235 stammen, wenn die Urkunde Kaiser Friedrichs II. und die Bauformen als mafsgebend angenommen werden. Der romanische Giebel und das Südfenster müssen bald darauf, gegen 1250, folgen, beide wurden, ebenso wie die später folgenden Theile, von den Freiburger Steinmetzen ausgeführt. Das Nordfenster entsteht etwa gegen 1260, und schliefslich wird der obere Theil des Querschiffes mit dem Vierungsthurme und einzelne Theile des Langhauses gegen Ausgang der sechziger Jahre desselben Jahrhunderts erbaut; der Theil des Vierungsthurmes oberhalb der Kragsteine folgt aber erst in den siebziger Jahren. Unbestimmbar ist dann wieder, wann die Kirche bis zur Westseite vollendet wurde. Im Anfange des neunzehnten Jahrhunderts erfolgte der Abbruch des Langhauses, und hierdurch wurde den Gewölben des Querschiffes das Widerlager nach Westen hin geraubt, ein Umstand, welcher das Bauwerk gefährdet und neuerdings die Veranlassung geworden ist, dafs an zuständiger Stelle ein Anbau nach dieser Seite zu geplant wird, durch welchen dem schönen und kunstgeschichtlich so bemerkenswerthen Bauwerke ein angemessener Abschlufs gegeben wird, der es vor weiterer Zerstörung schützt.

August Senz.

[1]) Crollius a. a. O. S. 42.

Beiträge zur Theorie des Eisenbahn-Oberbaues.

Von J. W. Schwedler.

(Fortsetzung.)

III. Theorie des Eisenbahn-Langschwellen-Oberbaues.

§ 19.

Die Theorie des Eisenbahn-Langschwellen-Oberbaues ist mit der Theorie des unendlich langen schwimmenden Balkens übereinstimmend, wenn angenommen werden kann:

1. dafs jeder Schienenstrang einen unbegrenzt langen elastischen Balken von constantem Trägheitsmoment und Widerstandsmoment bildet,

2. dafs die Belastung desselben senkrecht und centrisch erfolge,

3. dafs das Erdmaterial, in welches er eingebettet worden ist, seinen Form- und Ortsveränderungen einen vollkommenen elastischen Widerstand entgegensetze.

Diese Annahmen sind indessen nur annäherungsweise zutreffend. Die Continuität des Schienenstranges ist gewöhnlich keine vollkommene, da wegen der Ausdehnung durch die Wärme die Stofsverbindungen verschieblich bleiben müssen.

Die Belastungen durch die Räder sind wegen der wagerechten Schwankungen der Fahrzeuge und beim Durchlaufen von Curven weder senkrechte noch centrische, und die Mittel in Form von Querverbindungen und Spurstangen zur Aufhebung der wagerechten und tordirenden Kräfte wirken erst, nachdem sie elastisch gebogen worden sind, und bringen somit eine senkrecht und centrisch wirkende Belastung nur annäherungsweise hervor.

Ebenso ist die Annahme der Rückwirkung des Erdbodens nach dem Elasticitätsgesetz nicht ganz zutreffend, indem der belastete Erdboden gewöhnlich zu Anfang des Betriebes auf einer neu gebauten Strecke jenseit der Elasticitätsgrenze arbeitet, und sich dabei zum Theil bleibend zusammendrückt und verdichtet. Erst nachdem die Verdichtung ihre Grenze erreicht hat, tritt ein Zustand ein, in welchem der Druck auf den Boden der Senkung der Oberfläche angenähert proportional ge-

rechnet werden kann. Dennoch ist es zweckmäfsig, die Theorie des schwimmenden Balkens als erste Annäherung der Berechnung des Eisenbahn-Oberbaues zu Grunde zu legen. Die Vergleiche der Rechnungsergebnisse mit den beobachteten, davon abweichenden Werthen lassen dann Rückschlüsse zu auf die angenommenen Eigenschaften der Bettung und geben Gelegenheit, die Annahmen zu ergänzen und die Methode zuverlässiger zu machen.

Die Grundgleichung für den schwimmenden Balken ist nach § 1

$$p = -CBy,$$

worin p den Auftrieb der Längeneinheit und B die Breite des Balkens bedeutet.

Für den Langschwellen-Oberbau bedeutet B die Schwellenbreite, y die elastische Einsenkung und C den Proportionalitäts-Coefficienten der Rückwirkung der Bettung. p würde dann die Rückwirkung der Bettung auf die Längeneinheit der Schwelle sein, und $\frac{p}{B}$ auf die Quadrateinheit. In entgegengesetzter Richtung betrachtet, ist p der Bodendruck f. d. cm und $\sigma = \frac{p}{B}$ der Bodendruck f. d. qcm. Zur Bestimmung des Coefficienten C aus der Erfahrung kann man sich einer Locomotive bedienen, deren Raddrucke bekannt sind, indem man die elastische Linie der Schienen durch Messen bestimmt.

Die elastische Linie im vergröfserten Mafsstabe aufgetragen, hat die Form der Belastungslinie, die im vorliegenden Falle Bodendrucklinie genannt werden kann. In § 8, Abbildung 8, ist eine Bodendruckline p für drei Lasten dargestellt. An jeder Stelle ist $p = CBy$. Nimmt man das Integral von $p\partial x$ zwischen zwei Punkten, für welche $V = 0$ ist, in welchen also die Verticalkraftlinie die Abscissenachse schneidet und die Momentenlinie ein Maximum hat, dann mufs $\int_{V=0}^{V=0} p\partial x = \Sigma P$ sein gleich der Summe der Lasten auf dieser Strecke. Setzt man für p obigen Werth ein, dann ist $CB\int_{V=0}^{V=0} y\partial x = \Sigma P$ und

$$C = \frac{\Sigma P}{B} \int_{V=0}^{V=0} y\partial x.$$

Man kann für eine Locomotive alle drei Raddrucke zusammenfassen; es ist dann $P' + P'' + P''' = \frac{G}{2}$ das auf einem Schienenstrange lastende halbe Gewicht der Locomotive, und es ist das Integral zu nehmen von der Stelle $V = 0$ vor dem ersten Rade bis zur Stelle $V = 0$ hinter dem letzten Rade.

Die Biegungslinie y wird durch Messung einer genügenden Anzahl von Ordinaten bestimmt, und der Flächeninhalt $\int_{V=0}^{V=0} y\partial x$ mechanisch daraus berechnet.

Die Messung kann auch an einem und demselben Punkte geschehen, während die Locomotive vorübergeschoben wird. Zur selbstthätigen Aufzeichnung der Biegungslinie auf einem Papierstreifen wird sich leicht ein Apparat construiren lassen, bei dem der Zeichenstift sich proportional der Einbiegung bewegt, während der Papierstreifen auf eine Trommel gelegt ist, die sich bei Fortbewegung des Fahrzeuges um seine Länge abhängig davon einmal umdreht.

Die so ermittelten Coefficienten werden für verschiedene Stellen eines Schienenstranges, zu verschiedenen Zeiten und unter verschiedenen Umständen nicht dieselben sein. Während des Betriebes wird der Erdboden unter den Schwellen allmählich mehr und mehr zusammengeprefst, seine Festigkeit nimmt zu, die Einbiegung nimmt ab, Bodendruck p und Elasticitätscoefficient C werden mit der Zeit gröfser. Durch Feuchtigkeit tritt wegen der Verminderung der Reibung wieder ein Rückgang ein. Beim Langschwellen-Oberbau ist die Compression, soweit der Boden gleichartig ist, eine gleichmäfsige, da der Maximaldruck beim Fortrollen des Fahrzeuges an jedem Punkte vorübergehend erzeugt wird. Soweit der Schienenstrang überall einen gleichmäfsigen Widerstand gegen Biegung hat, wird daher nach der Entlastung der ebene Zustand und der Contact der Schwelle mit der Bettung sich wieder herstellen. Anders ist es beim Querschwellen-Oberbau. Die Querschwelle wird immer in denselben Punkten belastet. Die Compression an diesen Stellen ist stärker als an anderen, und die Oberfläche der Bettung nimmt die Form der gebogenen Schwelle an. Bei der Entlastung wird zwar die Schiene wieder in den ursprünglichen Zustand zurückkehren, aber die Schwellen werden unter den Auflagerpunkten der Schiene hohl liegen. Hierdurch wird den Schienen beim Querschwellen-Oberbau eine dauernde elastische Unterstützung, wenn auch etwas abweichend vom Proportionalitätsgesetz gesichert, wenn auch die Bettung selbst mit der Zeit hart wird, während beim Langschwellen-Oberbau die elastische Einbiegung mit der Zeit immer geringer, der Coefficient C immer gröfser wird, und ein Zustand eintritt, von dem man zu sagen pflegt, dafs der Schienenstrang sich hart befährt.

§ 20.

Zur Ermittlung des Coefficienten C sind auf den Elsafs-Lothringenschen Eisenbahnen im Jahre 1878 Versuche angestellt worden auf einem Langschwellen-Oberbau nach dem Hilfschen System. Bei den meisten Versuchen war die Schiene 12 cm hoch, hatte ein Trägheitsmoment $J = 659$, ein Widerstandsmoment $W = 104$; die Schwelle war 30 cm breit, und hatte ein Trägheitsmoment $J_1 = 113$. Querschwellen und Schwellenlaschen waren nicht vorhanden, Schienenstofs und Schwellenstofs lagen 1,8 m auseinander und beide Schienenstränge waren durch Spurstangen in üblicher Weise verbunden. Die Einbiegungen der Schiene unter der Last der langsam um je 20 cm weiter geschobenen Fahrzeuge wurde in einem bestimmten Punkte, gewöhnlich Mitte der Schiene, gemessen, woselbst ein mittels einer Spurstangenmutter seitlich angebrachter Arm einen Taucherkolben in einen Wassercylinder drückte, wodurch eine Wassersäule in einer dünnen Röhre emporstieg, die an einer Scala die Einsenkung im zehnfachen Mafsstabe zur Erscheinung brachte. Um von der Bewegung des Bodens in der Nähe des Oberbaues unabhängig zu sein, war der Cylinder mittels Ausleger gegen einen Pfahl befestigt, der am Rande des Planums errichtet war. Zur Berechnung des sogenannten Elasticitäts-Coefficienten wurde abweichend vom exacten Verfahren für jedes Fahrzeug die mittlere Einsenkung auf der bewegten Strecke in cm durch die mittlere Belastung derselben dividirt und der Quotient durch 30 cm, die Breite der Schwelle, getheilt.

Im allgemeinen schwankten die so erhaltenen Coefficienten zwischen 2,2 und 9, und waren für mittlere Verhältnisse etwa 3.

Im besonderen ergab sich auf einer Strecke, die zwei Jahre im Betriebe und seit sechs Monaten nicht gestopft war, und woselbst die Bettung aus bestem Rheinkies bestand, während das Planum nicht im Auftrage lag und festen Lehmboden enthielt, der Coefficient C:

1. unter einer Locomotive . . . . . . zu 2,66,
2. unter dem Tender . . . . zu 2,50,
3. unter beiden zusammen . . . . . . zu 2,20,
4. unter Tendermaschine „Juno“ . . . . zu 3,20,
5. unter Tendermaschine „Ceres“ . . . . zu 3,10,
6. unter einem zweiachsigen Tender . . . zu 2,90,
7. unter einem beladenen zweiachsigen Wagen zu 2,8,
8. unter Maschine und Tender zusammen . zu 2,8,
9. unter einer Maschine allein $3 \cdot 6 = 18$ t . zu 3,2,
10. unter einem Tender allein $3 \cdot 3 = 9$ t . zu 2,2,
11. unter einem Güterwagen $2 \cdot 2{,}4 = 4{,}8$ t . zu 3,
12. desgl. $2 \cdot 2{,}7 = 5{,}4$ t . zu 3.

Auf einer anderen Strecke, ebenfalls nicht im Auftrage, woselbst die Bettung bei gutem Untergrunde in einem Geleise aus Steinpackung mit darüber liegendem Kies bestand, ergab sich der Coefficient unter Schienen, deren Trägheitsmoment $J = 659$ war,

13. unter einer fünfachsigen Locomotive . . zu 7,6,
14. unter einem zweiachsigen Wagen . . . zu 7,1

und unter Schienen $J = 1050$

15. unter derselben Locomotive . . . . . zu 9,
16. unter demselben Wagen . . . . zu 8,3.

Bei einer Bettung ohne Packlage aus reinem Kies ergab sich bei $J = 659$

17. unter einer fünfachsigen Locomotive . $C = 5$

und bei einer Bettung mit Packlage und Planum im Auftrage,

18. unter derselben Locomotive . . . . $C = 5{,}33$.
19. Aufserdem ist noch zu erwähnen, dafs nach dem Aufgehen des Frostes bei Thauwetter die aufgeweichte Bettung unter der Locomotive „Baden“, am Schienenstofs gemessen, $C = 1{,}5$ ergeben hat,
20. während bei derselben Bettung, nach Abtrocknung in Schienenmitte gemessen, der Coefficient sich zu $C = 2{,}2$ ergab.

In den nebenstehenden Abbildungen 18 bis 22 sind die Einbiegungen der Schiene in der Schienenmitte gemessen bei dem Vorüberschieben der Fahrzeuge von rechts nach links, entsprechend den Versuchen Nr. 3 bis 7, durch eine ausgezogene Linie dargestellt, die Raddrucke und Achsstände sind in kg und cm angegeben. Die Einbiegungen in cm eingeschrieben und im fünffachen Mafsstabe aufgetragen. Die Berechnung von C aus dem gesamten Flächeninhalt der Abbildung hat nach der Reihe die Werthe 2,2, 3,2, 3,1, 2,9, 2,8 ergeben.

Zum Vergleiche mit den Ergebnissen der Theorie sind in den Abbildungen 18 bis 22 gleichzeitig die elastischen Linien punktirt dargestellt, welche sich, wie im nächsten Paragraphen ausgeführt werden soll, durch Rechnung nach der Theorie des schwimmenden Balkens ergeben, wenn man $C = 3$ annimmt. Der Unterschied zwischen beiden Linien läfst Schlüsse machen auf die Art des Widerstandes des Erdbodens im Vergleich zum Auftrieb des Wassers. Zunächst fällt auf, dafs in Abb. 18 und 21, auch 22, zwischen den am weitesten auseinander liegenden Radlasten der Unterschied der Linien am gröfsten ist. Es sind dies die Stellen, wo der zusammengedrückte Erdboden sich wieder ausdehnen soll. Es folgt daraus, dafs bei dem Zusammendrücken des Bodens der Widerstand gröfser ist als bei dem Ausdehnen des Bodens, und dafs die durch Zusammendrücken geänderte Gestalt der Oberfläche langsamer und mit geringerer Energie in den ursprünglichen Zustand zurückkehrt, als es bei elastischen Körpern der Fall ist. Die gemessene Gesamtfläche in Abbildung 18 ist daher auch weit gröfser als die nach dem Elasticitätsgesetz erforderliche, und es erklärt sich daraus, dafs der berechnete Coefficient C nur zu 2,2 sich ergeben hat, während doch die Maximal-Einbiegungen zum Theil kleiner sind, als sie dem Coefficienten $C = 3$ entsprechen. Es deutet dies darauf hin, dafs auch beim Zusammendrücken der Widerstand des Bodens nicht nach dem Proportionalitäts-

Abb. 18. Locomotive mit Tender.

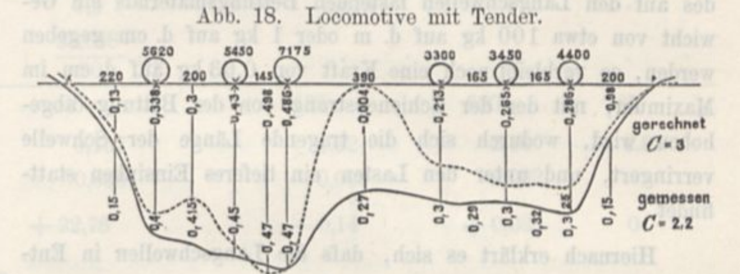


Abb. 19. Tendermasch. Juno. Abb. 20. Tendermasch. Ceres.

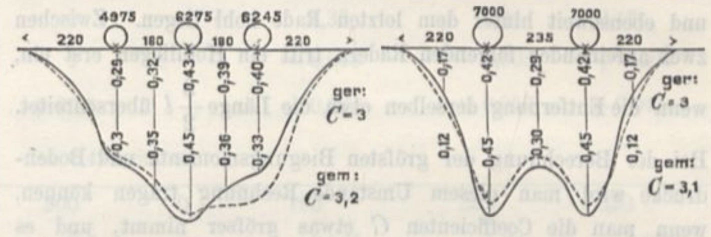
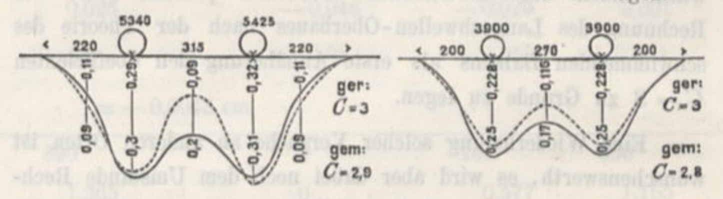


Abb. 21. Tender. Abb. 22. Beladener Wagen.



gesetz wächst, sondern dafs derselbe zu Anfang bei geringeren Zusammendrückungen kleiner ist, und später gröfser wird, soweit nicht eine Verschiebung der Theile eintritt. Der in Abb. 19 hervortretende Unterschied zwischen den Messungen und der Rechnung scheint von einem Irrthum in der Angabe der Radlast 6245 herzurühren, die wahrscheinlich 5245 gewesen ist. In Abb. 20 deutet der gemessene Coefficient $C = 3{,}1$ darauf hin, dafs der Flächeninhalt innerhalb der ausgezogenen Linie kleiner ist als derjenige innerhalb der punktirten Linie. Es kann dies nur der Fall sein, wenn die Hebung der Schenkel aufserhalb der Lasten die gröfsere Zusammendrückung zwischen den Lasten überwiegt. Es scheint dieser Umstand auch in den Abb. 21 und 22 vorhanden zu sein, und deutet derselbe auch darauf hin, dafs der Coefficient C nicht von y ganz unabhängig ist, wie bei dem schwimmenden Balken angenommen, sondern mit wachsendem y wächst. Ist dies der Fall, dann kann man sich von der Wirkung dieser Aenderung auf die elastische Linie eine Vorstellung machen, wenn man annimmt, dafs die Lasten P in zwei oder mehreren Theilen auf die Schiene gebracht würden, und dafs man für jeden Theil eine demselben entsprechende elastische Linie berechnet, wobei der Coefficient C für jeden später aufgebrachten Theil gröfser angenommen wird. Die resultirende elastische Linie ist die Summe der einzeln überein-

ander gelagerten. Diese Einzellinien haben aber, wenn C wächst, eine immer kleiner werdende Wellenlänge, wodurch sich die tragende Fläche verkürzt. Ein anderer Grund für das Heben der Schenkel liegt darin, dafs das Gewicht eines Schienenstranges gewöhnlich kleiner ist als der für die richtige Ausbildung der Wellenlinie erforderliche negative Bodendruck am Ende der halben Wellenlänge. Der Bodendruck unter den Lasten von 7000 kg in Abbildung 20 ist etwa auf 1 cm 38 kg. Am Ende der halben Wellenlänge würde derselbe daher nach § 2 $-\frac{38}{23} = -1{,}63$ kg auf d. cm sein müssen. Kann nun dem entgegenwirkenden einzelnen Schienenstrange unter Anrechnung des auf den Langschwellen lastenden Bettungsmaterials ein Gewicht von etwa 100 kg auf d. m oder 1 kg auf d. cm gegeben werden, so verbleibt noch eine Kraft von 0,63 kg auf d. cm im Maximum, mit der der Schienenstrang von der Bettung abgehoben wird, wodurch sich die tragende Länge der Schwelle verringert, und unter den Lasten ein tieferes Einsinken stattfindet.

Hiernach erklärt es sich, dafs die Langschwellen in Entfernung von etwa $\frac{3}{4}\,l$ vor dem ersten Rade eines Fahrzeuges und ebensoweit hinter dem letzten Rade hohl liegen. Zwischen zwei aufeinander folgenden Rädern tritt ein Hohlliegen erst ein, wenn die Entfernung derselben etwa die Länge $\frac{3}{2}\,l$ überschreitet. Bei der Berechnung der gröfsten Biegungsmomente und Bodendrucke wird man diesem Umstande Rechnung tragen können, wenn man die Coefficienten C etwas gröfser nimmt, und es würde nach den vorstehenden Versuchen passend sein, der Rechnung des Langschwellen-Oberbaues nach der Theorie des schwimmenden Balkens als erste Annäherung den Coefficienten $C = 3$ zu Grunde zu legen.

Eine Wiederholung solcher Versuche an anderen Orten ist wünschenswerth, es wird aber dabei noch dem Umstande Rechnung zu tragen sein, dafs der Boden sich im Anfange des Betriebes bleibend zusammendrückt, und dafs diese Zusammendrückung wegen der nicht immer senkrechten Belastung am äufsern Rande der Langschwellen gröfser sein kann als am innern. Die Messungen mufsten daher in Punkten geschehen, die nach aufsen und innen gleich weit von der Schiene entfernt liegen, damit in dem Mittelwerth eine etwaige Drehung des Schienenstranges fortfällt.

§ 21.

Als Beispiel der Berechnung der Biegungslinie nach § 8 der Theorie des schwimmenden Balkens soll der Versuch Nr. 3, Locomotive mit Tender, Abbildung 18, gewählt werden.

Die Steifigkeit des Oberbaues wird bemessen durch die halbe Wellenlänge $l = \pi \sqrt[4]{\frac{4EJ}{CB}}$.

Darin ist $\pi = 3{,}14$, $E = 2\,000\,000$ für Eisen.

Es vereinfacht sich demnach die Formel auf

$$l = 167 \sqrt[4]{\frac{J}{CB}}.$$

Das Trägheitsmoment J ist die Summe der Trägheitsmomente von Schiene und Schwelle, die ohne Reibung aufeinander liegend gedacht sind,

$$J = J_{,} + J_{,,} = 659 + 113 = 772.$$

Die Schwellenbreite ist $B = 30$ cm und der Coefficient C soll $= 3$ angenommen werden, demnach ist

$$CB = 90,$$

$$\sqrt[4]{\frac{J}{CB}} = \sqrt[4]{8{,}58} = 1{,}71,$$

und $$l = 167 \cdot 1{,}71 = 285; \quad \frac{1}{l} = 0{,}0035,$$

$$m = \frac{\pi}{l} = \frac{11}{1000}.$$

Der Bodendruck unter einer Einzellast P ist

$$p_0 = \frac{P_m}{2} = \frac{P}{1000} \times \frac{11}{2}.$$

Locomotive und Tender haben nun die sechs Radlasten und ihre Bodendrucke:

Nr.	1	2	3	4	5	6	
$P =$	5620	5450	7175	3300	3450	4400	kg,
$p_0 =$	31	30	39,5	18,2	19	24,2	kg f. d. cm,

Achsstände · 200 · 145 · 390 · 165 · 165 · cm.

Für irgend einen Punkt u, dessen Abscisse $x = 0$ ist, erhält man den Bodendruck nach § 8

$$p_u = \frac{m}{2} \sum_1^6 P \eta_{(mx)},$$

worin x die Entfernungen der sechs Lasten von diesem Punkte sind. Da für jede Last $p_0 = \frac{Pm}{2}$, so hat man auch

$$p_u = \sum_1^6 p_0 \eta_{\frac{x}{l}}.$$

Die Werthe von $\eta_{\frac{x}{l}}$ entnimmt man aus der Tabelle § 12. Die dazu gehörige Ordinate der Biegungslinie erhält man durch Division durch $CB = 90$

$$y_u = \frac{1}{CB} \sum_1^6 p_0 \eta_{\frac{x}{l}}.$$

Hiernach ist für die Punkte 1 bis 6 unter den Lasten und für zwei Zwischenpunkte 2 + 100 cm und 3 + 200 cm nebenstehend auf S. 373/374 die Berechnung zusammengestellt.

§ 22.

Zur Vergleichung verschiedener Langschwellen-Oberbau-Systeme dient, wie aus dem vorhergehenden Paragraphen hervorgeht, die Berechnung der Wirkungen einer Einzellast. Die dazu erforderlichen Gleichungen liefert die Theorie des schwimmenden Balkens in § 4. Demnach ist:

1. das gröfste Biegungsmoment des Schienenstranges unter der Last P

$$M_0 = \frac{P}{4m},$$

2. der gröfste Bodendruck daselbst auf die Längeneinheit der Schwelle

$$p_0 = \frac{Pm}{2},$$

		1		2		3		4		5		6
Last Nr.		1		2	$100+45$	3	$200+196$	4		5		6
Achsstände		·	200	·	145	·	390	·	165	·	165	·
	$p_0 =$	31		30		30,5		18,2		19		24,2
u unter Nr. 1	$x =$	0		200		345		735		960		1065
	$\frac{x}{l} =$	0		0,7		1,21		2,57		·		·
	$\eta\frac{x}{l} =$	1		$+0,025$		$-0,032$		·		·		·
	$p_0\eta\frac{x}{l} =$	31		$+0,75$		$-1,28$		·		·		·
	$y_u =$	0,338	oder			$\frac{31,75-1,28}{90}$ cm		·		·		·
u unter Nr. 2	$x =$	200		0		145		535		700		865
	$\frac{x}{l} =$	0,7		0		0,507		1,87		2,45		·
	$\eta\frac{x}{l} =$	0,025		1		0,2		0,001		·		·
	$p_0\eta\frac{x}{l} =$	0,77		30		7,9		0,018		·		·
	$y_u =$	·		0,43	oder	$\frac{38,688}{90}$ cm		·		·		·
u unter Nr. $2+100$	$x =$	300		100	0	45		435		600		765
	$\frac{x}{l} =$	1,05		0,35		0,157		1,52		2,10		2,68
	$\eta\frac{x}{l} =$	$-0,042$		0,448		0,830		$-0,008$		0,002		·
	$p_0\eta\frac{x}{l} =$	$-1,30$		$+13,44$		$+32,78$		$-0,14$		$+0,038$		0
	$y_u =$	$\frac{46,26-1,44}{90}$			$=0,408$ cm	·		·		·		·
u unter Nr. 3	$x =$	345		145		0		390		455		620
	$\frac{x}{l} =$	1,21		0,507		0		1,36		1,64		2,17
	$\eta\frac{x}{l} =$	$-0,032$		0,200		1		$-0,018$		$-0,003$		$+0,002$
	$p_0\eta\frac{x}{l} =$	$-0,99$		$+6,0$		$+39,5$		$-0,324$		$-0,057$		$+0,048$
	$y_u =$	$\frac{45,098-1,371}{90}$		·		$=0,496$ cm		·		·		·
u unter Nr. $3+200$	$x =$	545		345		200	0	190		355		520
	$\frac{x}{l} =$	1,9		1,2		0,7	0	0,665		1,24		1,82
	$\eta\frac{x}{l} =$	0,002		0,033		0,025		$-0,046$		$-0,029$		0,001
	$p_0\eta\frac{x}{l} =$	$+0,06$		$-0,99$		$+1,0$		$-0,08$		$-0,055$		$+0,024$
	$y_u =$	$\frac{1,086-1,125}{90}$		·		·	$=-0,0043$ cm	·				·
u unter Nr. 4	$x =$	735		535		390		0		165		330
	$\frac{x}{l} =$	2,57		1,87		1,365		0		0,577		1,155
	$\eta\frac{x}{l} =$	0,0		0,001		$-0,018$		1		0,119		$-0,037$
	$p_0\eta\frac{x}{l} =$	0,0		$+0,03$		$-0,72$		$+18,2$		$+2,26$		$-0,89$
	$y_u =$	$\frac{20,76-1,61}{90}$		·		·		$=0,213$ cm		·		·
u unter Nr. 5	$x =$			·		455		165		0		165
	$\frac{x}{l} =$			·		1,64		0,577		0		0,577
	$\eta\frac{x}{l} =$			·		0,003		0,119		1		0,119
	$p_0\eta\frac{x}{l} =$					$-0,119$		$+2,16$		$+19$		$+2,87$
	$y_u =$	$\frac{24,03-0,119}{90}$				·		·		$=0,265$		·
u unter Nr. 6	$x =$			·		720		330		165		0
	$\frac{x}{l} =$			·		·		1,155		0,577		0
	$\eta\frac{x}{l} =$			·		·		$-0,037$		0,119		1
	$p_0\eta\frac{x}{l} =$			·		·		$-0,67$		$+2,21$		24,2
	$y_u =$	$\frac{26,46-0,67}{90}$		·		·		·				$=0,286$ cm

Demnach ist berechnet für

u bei Nr.	1	2	$2+100$	3	$3+200$	4	5	6
$y_u =$	0,338	0,43	0,498	0,486	$-0,0043$	0,213	0,265	0,286

dagegen beobachtet

$y_u =$	0,4	0,45	0,47	0,47	0,27	0,3	0,3	0,325

wie in Abbildung 18 dargestellt ist.

3. die gröfste Einbiegung daselbst

$$y_0 = \frac{p_0}{CB},$$

4. die elastische Linie

$$y_x = y_0\, e^{-\frac{x\pi}{l}} \left(\cos\frac{x}{l}\pi + \sin\frac{x}{l}\pi\right) = y_0\, \eta_x,$$

5. die entsprechende Momentenlinie

$$M_x = M_0\, e^{-\frac{x}{l}\pi} \left(\cos\frac{x}{l}\pi - \sin\frac{x}{l}\pi\right) = M_0\, \mu_x,$$

6. die entsprechende Verticalkraftlinie

$$V_x = \frac{P}{2} e^{-\frac{x}{l}\pi} \cos\frac{x}{l}\pi = \frac{P}{2}\nu_x = \frac{P}{4}(\eta_x + \mu_x),$$

7. die entsprechende Bodendrucklinie

$p_x = p_0\, \eta_x$ (vergl. § 4, Abbildung 4),

8. die halbe Wellenlänge dieser vier Linien

$$l = \frac{\pi}{m} = \pi \sqrt[4]{\frac{4EJ}{CB}}.$$

Aufserdem besteht für einen elastischen Balken zwischen dem Trägheitsmoment des Querschnittes J und der Schwerpunktshöhe e des Querschnitts die Bedingung

$$(9) \qquad \frac{J}{e}k = M_0,$$

worin k die äufserste Faserspannung des Materials und M_0 das dem Biegungsmoment gleiche und entgegengesetzt wirkende Widerstandsmoment ist.

Besteht der Schienenstrang nicht aus einem einzigen Stabe, sondern aus Schiene und Schwelle, die sich selbständig biegen können, wenn man von der Reibung zwischen denselben, die allerdings je nach den Befestigungsmitteln grofs sein kann, absieht, dann ist für J die Summe der Trägheitsmomente von Schiene und Schwelle also $J = J_{,} + J_{,,}$ zu setzen, während e und k der Schiene allein angehören.

Setzt man für die Schiene $e_{,}$ und $k_{,}$ für die Schwelle $e_{,,}$ und $k_{,,}$, dann mufs sein

$$M_0 = \frac{J_{,}}{e_{,}} k_{,} + \frac{J_{,,}}{e_{,,}} k_{,,}.$$

Da nun aber die Krümmungsradien unter der Last P bei beiden Theilen dieselben sein müssen, wenn die Schiene höher und steifer ist als die Schwelle, so ist $\frac{k_{,}}{e_{,}} = \frac{k_{,,}}{e_{,,}}$ und man kann, da es sich um die Widerstandsfähigkeit der Schiene handelt, die Gleichung (9) auch schreiben:

$$(10) \qquad M_0 = \frac{k_{,}}{e_{,}}(J_{,} + J_{,,}).$$

Bei Anwendung der Gleichung (9) würde man mithin die Schiene im Auge haben müssen, und kann das Trägheitsmoment der Schwelle beim Trägheitsmoment der Schiene in Anrechnung gebracht werden. Das sogenannte Widerstandsmoment W des Schienenstranges ist demnach

$W = \frac{J_{,} + J_{,,}}{e_{,}}$, wofür kurz $\frac{J}{e}$ geschrieben werden soll.

Setzt man in Gleichung 1 und 2 $M_0 = \frac{J}{e}k = Wk$, $p_0 = B\sigma$, worin σ der specifische Bodendruck ist, dann erhält man die Grundgleichungen für den Langschwellen-Oberbau

$$(11) \qquad Wk = \frac{P}{4m},$$

$$(12) \qquad B\sigma = \frac{Pm}{2}.$$

Bei der Anwendung der Gleichungen unter 1 und 2 ist es oft anschaulicher, wenn man für den Coefficienten m seinen Werth aus (8) $\frac{\pi}{l}$ einführt. Die beiden Grundgleichungen gestalten sich dann, wenn man noch (9) berücksichtigt:

$$(13) \qquad Wk = \frac{J}{e}k = \frac{Pl}{4\pi},$$

$$(14) \qquad B\sigma = p_0 = \frac{P\pi}{2l}.$$

Ein unendlicher langer Balken, welcher mit p gleichmäfsig belastet und in Entfernungen l gestützt wird, hat bekanntlich über den Stützen das Biegungsmoment $\frac{pl^2}{12}$ und den Stützendruck $P = pl$, mithin ist $M_0 = \frac{Pl}{12}$, während bei dem Langschwellen-Oberbau $M_0 = \frac{Pl}{12{,}5}$, also nahezu ebenso grofs ist.

§ 23.

Es sei nun für den eisernen Langschwellen-Oberbau $E = 2\,000\,000$, $B = 30$ cm, $C = 3$, dann ist

$$l = 167 \sqrt[4]{\frac{J}{90}} = \frac{1000}{6} \sqrt[4]{\frac{J}{90}},$$

$$k = \frac{Pl}{12{,}57\,W} = \frac{8\,Pl}{100\,W},$$

$$p_0 = \frac{11\,P}{7\,l} = B\sigma,$$

wonach unter Annahme verschiedener Werthe von J die in $J_{,}$ und $J_{,,}$ zerlegt sind, und unter Annahme der Schwerpunktshöhen e entsprechender Schienenprofile, sowie bei Annahme einer Einzellast $P = 7000$ kg, dem gröfsten zulässigen Druck eines Rades auf die Schiene entsprechend, die nachstehende Tabelle für l, k, p_0, σ und y_0 zur Uebersicht berechnet worden ist:

Tabelle I.

$E = 2\,000\,000$, $B = 30$, $C = 3$, $P = 7000$.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
$J =$	450	550	650	750	850	950	1050	1150	3600	cm^4
$e =$	5	5,4	5,8	6	6,3	6,5	6,8	7	10	cm
$W =$	90	102	112	125	135	146	154	165	360	cm^3
$l =$	250	261	273	283	292	301	308	315	419	cm
$k =$	1551	1405	1366	1267	1208	1151	1110	1067	605	kg qcm
$p_0 =$	44	42	40	39	38	37	36	35	26	kg cm
$\sigma =$	1,47	1,4	1,33	1,30	1,27	1,23	1,20	1,07	0,83	kg qcm
$y_0 =$	0,49	0,47	0,44	0,43	0,42	0,41	0,40	0,36	0,28	cm

Für ein und denselben Oberbau, für den l constant ist, ändern sich die Maximalwerthe k, p, σ, y, wie die Gleichungen 11 bis 14 zeigen, proportional der Last P. Ist der gröfste Raddruck nur 5000 kg anstatt 7000 kg, so wäre mit $^5/_7$ zu multipliciren. Wünscht man der Construction des Oberbaues einen Werth $k = 1000$ kg zu Grunde zu legen, so würde, bei

derselben Schwellenbreite und bei $P = 7000$ kg, $W = 165$ zu wählen sein, dagegen bei $P = 5000$ kg $W = 102$. Dabei ist σ die Belastung der Bettung im erstern Fall 1,07 kg für d. qcm, im zweiten $^5/_7 \cdot 1{,}4 = 1$ kg für d. qcm, etwas günstiger, da die Schwellenbreite in beiden Fällen 30 cm angenommen worden ist.

Aendert sich C auf C', was der Fall ist, wenn derselbe Oberbau auf verschiedenem Boden und verschiedenem Bettungsmaterial liegt, oder diese durch Nässe und Trockenheit verschiedene Festigkeit σ und Elasticität C erhalten, dann ändern sich die Werthe p und σ proportional von $\sqrt[4]{C}$, und die Werthe l und k umgekehrt proportional von $\sqrt[4]{C}$. Demnach ist, wie aus den allgemeinen Gleichungen leicht zu entnehmen,

$$\frac{p'}{p} = \frac{\sigma'}{\sigma} = \sqrt[4]{\frac{C'}{C}},$$

$$\frac{l'}{l} = \frac{k'}{k} = \sqrt[4]{\frac{C}{C'}}.$$

Dagegen ist

$$\frac{y'}{y} = \frac{\sigma' C}{\sigma C'} = \frac{C}{C'}\sqrt[4]{\frac{C'}{C}}.$$

Nachstehende Tabelle zeigt diese Aenderungen, die gegen die Aenderung von C nur geringe sind.

Tabelle II.

Abhängigkeit der Werthe p, σ, l, k, y von C.

$\frac{C'}{C} =$	0,5	1	2	3	4	5
$\frac{p'}{p} = \frac{\sigma'}{\sigma} =$	0,84	1	1,2	1,31	1,41	1,49
$\frac{l'}{l} = \frac{k'}{k} =$	1,2	1	0,84	0,76	0,71	0,67
$\frac{y'}{y} =$	1,68	1	0,60	0,44	0,35	0,3

Der Oberbau Tabelle I Spalte 8 hat z. B.

für $C = 3$, $k = 1067$, $\sigma = 1{,}07$, $y = 0{,}36$,
er erhält für $C = 1^1/_2$, $k = 1280$, $\sigma = 0{,}90$, $y = 0{,}60$,
und für $C = 9$, $k = 811$, $\sigma = 1{,}4$, $y = 0{,}16$.

§ 24.

Aendert man die Breite B der Schwelle, so wird dadurch vorzugsweise der Bodendruck für d. qcm geändert. Es ist

$$\sigma = \frac{P}{2B}\sqrt[4]{\frac{CB}{4EJ}}.$$

Wenn also P, C und J constant sind, dann hat man die Beziehung

$$\frac{\sigma'}{\sigma} = \left(\frac{B}{B'}\right)^{3/4}.$$

Setzt man $\left(\frac{B}{B'}\right) = 1 \pm \varDelta$, dann ist angenähert

$$\left(\frac{B}{B'}\right)^{3/4} = 1 \pm {}^3/_4\varDelta,$$

für $\varDelta = {}^1/_{15}$, ${}^2/_{15}$, ${}^3/_{15}$

ist $\frac{\sigma'}{\sigma} = 1{,}05$ 1,10 1,15, wenn $\frac{B}{B'} < 1$,

$\frac{\sigma'}{\sigma} = 0{,}95$ 0,90 0,85, wenn $\frac{B}{B'} > 1$.

Ist $B = 30$, $\sigma = 1{,}07$, dann ist für

$B' =$	24	26	28	30	32	34	36
$\sigma' =$	1,23	1,18	1,12	1,07	1,02	0,97	0,90

Da nun

$$k = \frac{Pe}{4J}\sqrt[4]{\frac{4EJ}{CB}},$$

so ändert sich k nur umgekehrt proportional $\sqrt[4]{B}$, mithin ist angenähert

$$\frac{k'}{k} = \left(\frac{B}{B'}\right)^{1/4} = 1 \pm \frac{\varDelta}{4}$$

und den vorstehenden Werthen von B' entsprechend

$k' = 1120$ 1103 1085 1067 1049 1031 1014.

Soll k bei der Aenderung von B constant bleiben, dann mufs J geändert werden, sodafs

$$BJ^3 = B_{,}J_{,}^3$$

daher mufs sein

$$\frac{J'}{J} = \left(\frac{B}{B'}\right)^{1/3} = 1 \pm \frac{\varDelta}{3}$$

und den vorstehenden Werthen von B' entsprechend, wobei für $B = 30$, $J = 1150$

$J' = 1227$ 1201 1175 1150 1125 1049 1024.

Setzt man für die Schiene etwa $J_{,} = 1000$ constant, so würde bei der Aenderung der Schwellenbreite zugleich deren Trägheitsmoment zu ändern sein, und zwar in

$J_{,,} = 227$ 201 175 150 125 49 24.

§ 25.

Wenn man die beiden Grundgleichungen (11) und (12) einmal mit einander multiplicirt und das andere mal in einander dividirt, dann erhält man eine neue Form derselben, und zwar:

$$WkB\sigma = \frac{P^2}{8}, \tag{1}$$

$$\frac{Wk}{B\sigma} = \frac{1}{2m^2} = \sqrt{\frac{JE}{CB}}. \tag{2}$$

Die erstere kann zur Bestimmung von W dienen

$$W = \frac{P^2}{8B\sigma k} = \frac{P^2}{8p_0 k}. \tag{3}$$

Aus der zweiten erhält man

$$J = \frac{W^2k^2C}{BE\sigma^2} = We \tag{4}$$

und daraus

$$e = \frac{Wk^3C}{BE\sigma^2}. \tag{5}$$

Aus § 22 (Gleichung 14) hat man noch

$$l = \frac{P\pi}{2p_0}. \tag{6}$$

Hiernach kann man leicht den Einflufs der Festigkeit der Bettung auf die zu wählende Schiene ermitteln. Wenn $C = 3$, $B = 30$, $P = 7000$, $k = 1000$, $J_{,,} = 100$ angenommen wird, und es ist z. B. $\sigma = 1$, dann ist

$$p_0 = B\sigma = 30,$$

$$W = \frac{6125}{p_0} = 204,$$

$$e = \frac{W}{20\,\sigma^2} = 10{,}2 \text{ Schiene},$$

$$J = J_, + J_{,,} = We = 2080,$$

$$J = \quad 1920 \text{ Schiene},$$

$$W = \quad 194 \text{ Schiene}.$$

Die nachstehende Tabelle enthält die Zusammenstellung der Rechnungs-Ergebnisse für Bettungsfestigkeiten von 1 kg bis $1^1/_2$ kg.

$C = 3,\quad B = 30,\quad P = 7000,\quad k = 1000,\quad J_{,,} = 100.$

σ	p_0	W	l	e	J	$J_,$	$W_,$
1	30	204	367	10,2	2080	1980	194
$1^1/_6$	35	175	314	6,43	1125	1025	159
$1^1/_3$	40	153	274	4,25	657	557	131
$1^1/_2$	45	136	245	3,43	467	367	107

Der Bodendruck $\sigma = 1^1/_6$ bis $1^1/_3$ kg würde etwa den üblichen Constructionen des Langschwellen-Oberbaues entsprechen. Für $\sigma = 1^1/_2$ und 1 kg erhält die Schiene unpassende Dimensionen.

Wünscht man dagegen $\sigma = 1$ mit Rücksicht auf ein geringwerthiges Bettungsmaterial fest zu halten und dafür B zu ermitteln, wobei $k = 1000$ sei, dann reduciren sich die Gleichungen, wenn $P = 7000$ kg ist, auf

$$W = \frac{6125}{B};\quad e = \frac{3\,W}{2B};\quad l = \frac{11000}{B}$$

und wenn $P = 5000$ kg ist, auf

$$W = \frac{3125}{B};\quad e = \frac{3\,W}{2B};\quad l = \frac{7857}{B}$$

und man erhält die in folgender Tabelle zusammengestellten Werthe:

$P = 7000$, $k = 1000$, $\sigma = 1$,					$P = 5000$, $k = 1000$, $\sigma = 1$,				
B	W	e	l	J	B	W	e	l	J
25	245	14,2	440	3479	25	125	7,5	314	937
30	204	10,2	367	2080	30	104	5,2	262	541
35	175	7,5	314	1312	35	90	3,86	224	247
40	153	5,74	275	878	40	78	2,92	194	228

Von diesen verschiedenen Werthen sind nur diejenigen zu gebrauchen, mit denen sich ein Querprofil von Schiene und Schwelle bilden läfst, welches im übrigen den Forderungen der Praxis entspricht.

§ 26.

Aus § 22 Gleichung (8) erhält man durch Umformung

$$(1)\qquad J = \frac{CB}{4\,E}\left(\frac{l}{\pi}\right)^4$$

und Gleichung (13) daselbst ergiebt

$$\frac{Pe}{k} = \frac{4\,\pi J}{l}.$$

Durch Einsetzen des Werthes von J aus (1) ändert sich der letztere Ausdruck in

$$(2)\qquad \frac{P}{k}\cdot e = \frac{CB}{E}\left(\frac{l}{\pi}\right)^3.$$

Wenn in Gleichung (2) der Theil rechts einen bestimmten constanten Werth erhält, stellt die Gleichung, in Bezug auf $\frac{P}{k}$ und e als variable rechtwinklige Coordinaten gedacht, eine Hyperbel dar von der Form $x \cdot y = A$, die zur graphischen Darstellung sich gut eignet, und eine Uebersicht gewährt über die Abhängigkeit der Gröfsen $\frac{P}{k}$ und e von einander und von l, und mit diesem von J nach Gleichung (1).

Es sei z. B. $B = 30$, $C = 3$, $E = 2 \cdot 100^3$, $\pi^3 = 31$, dann ist

$$\frac{P}{k}\cdot e = \frac{90\,l^3}{2\cdot 100^3 \cdot 31} = 1{,}45\left(\frac{l}{100}\right)^3,$$

$$J = \frac{90\,l^4}{8\cdot 100^3\, 97{,}4} = 11{,}55\left(\frac{l}{100}\right)^4.$$

Tabelle $B = 30$.

Nr.	l	J	$\frac{Pe}{k}$	$\sqrt{\frac{Pe}{k}}$ $e = \frac{P}{k}$	$P = 5000$ $k = 1000$ e	σ	$P = 7000$ $k = 1000$ e	σ
1	260	528	25,5	5,05	5,1	0,81	3,64	1,40
2	270	613	28,5	5,33	5,7	0,79	4,07	1,36
3	280	707	31,8	5,64	6,36	0,76	4,7	1,31
4	290	816	35,4	5,96	7,08	0,73	5,06	1,26
5	300	935	39,2	6,26	—	—	5,6	1,22
6	310	1066	43,2	6,57	—	—	6,17	1,18
7	320	1212	47,5	6,89	—	—	6,8	1,15
8	330	1360	52,1	7,3	—	—	7,44	1,11
9	340	1540	57,0	7,6	—	—	8,14	1,07
10	350	1733	62,2	7,9	—	—	8,9	1,05

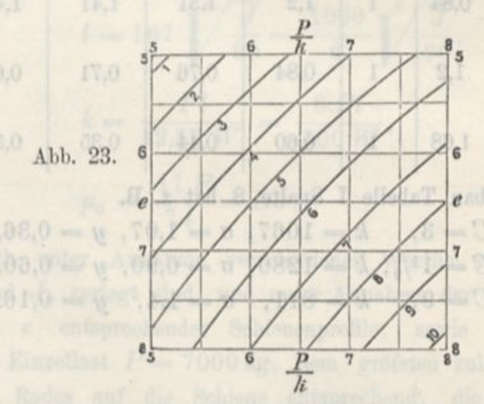


Abb. 23.

Aus der hiernach zu bildenden graphischen Tafel ist in Abbildung 23 das Stück von $\frac{P}{k} = 5$ bis 8 wagerecht und $e = 5$ bis 8 lothrecht gemessen dargestellt. Die Werthe $e = \frac{P}{k}$ sind die Scheitel der Hyperbeln und liegen auf der Diagonale des Quadrates; daselbst sind die Hyperbeln der vorstehenden Tabelle entsprechend numerirt. Betrachtet man dieselben als Niveaulinien, so sind zwischen ihnen leicht andere geradlinig zu interpoliren.

Soll z. B. bei einem Schienenstrange der Raddruck $P = 7000$ für Hauptbahnen, beziehungsweise $P = 5000$ für Nebenbahnen im Schienenfufse die Anstrengung des Materials $k = 1000$ hervorbringen, dann findet man die entsprechenden Trägheitsmomente $J = J_, + J_{,,}$ mit den dazu gehörigen Schwerpunktshöhen des Schienenprofils auf den Verticalen $\frac{P}{k} = 7$ beziehungsweise $\frac{P}{k} = 5$.

Die sich für e durch Rechnung ergebenden Werthe sind in der vorstehenden Tabelle enthalten. Auch sind die Werthe für den Druck auf die Bettung auf d. qcm $\sigma = \frac{P\pi}{2lB}$ hinzugefügt. Die Verringerung von σ erfordert eine Vergröfserung von B. Da die Schienenprofile mit Rücksicht auf die Abnutzung eine gewisse Kopfbreite haben müssen, und mit Rücksicht auf den Raddruck eine gewisse Stegdicke, sowie wegen der Stabilität eine gewisse Fufsbreite und wegen der gleichen Anstrengung in Kopf und Fufs eine Höhe von nicht unter $2e$, so sind die Trägheitsmomente schon in gewisse Grenzen eingeschlossen, und es stellt sich heraus, dafs die praktischen Werthe von $\frac{P}{k} = e$ nahezu auf der Diagonale des Quadrats der Abb. 23 liegen, wie sie auch in obiger Tabelle in der Spalte $\frac{P}{k} = e$ eingetragen sind. Für niedrige Schienen werden die Trägheitsmomente etwas höher, für hohe etwas niedriger ausfallen.

Bei einem ausgeführten Oberbau ist $J_{,} = 577$, $J_{,,} = 130$, $J = 707$, $e = 5{,}7$. Dem J entspricht in Abb. 23 die Hyperbel Nr. 3, es ist für $e = 5{,}7$, $\frac{P}{k} = 5{,}55$. Die Anstrengung der Schiene ist demnach für $P = 7000$, $k = 1261$, und für $P = 5550$, $k = 1000$. Setzte man $\frac{P}{k} = 5{,}7 = e$, dann kann man zwischen Nr. 3 und Nr. 4, zwischen denen das Trägheitsmoment J von 707 auf 816 steigt, interpoliren und erhält etwa $731 = J_{,}$. Es ist dann für $P = 7000$, $k = 1228$. Die Regel $\frac{P}{k} = e$ würde also hier passend sein.

§ 27.

In der Abbildung 24 ist die Wirkung dreier gleichgrofser Lasten auf einen Schienenstrang dargestellt. Die Bodendruck-

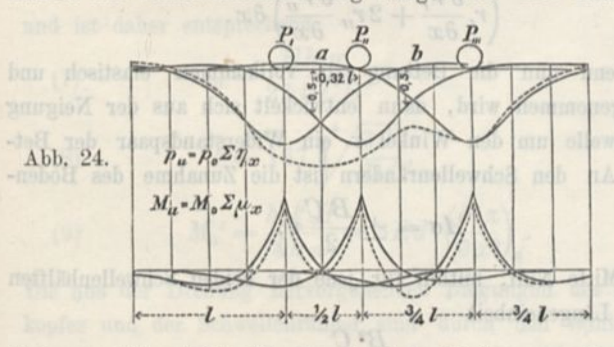


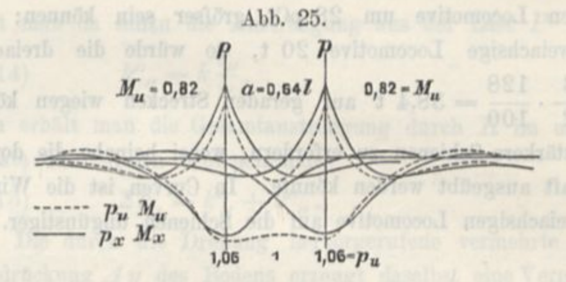
Abb. 24.

linien, welche gleichzeitig als elastische Linien angesehen werden können, sind für jede Last allein entsprechend den Abbildungen 2, 3 und 4 in den §§ 2, 3 und 4 durch ausgezogene Linien dargestellt. Seien die Lasten $P_{,}$, $P_{,,}$ und $P_{,,,}$ die gleichen Raddrucke einer Locomotive. Die Radstände a und b sind durch die halbe Wellenlänge des Schienenstranges gemessen. Die lothrechten Theilungslinien stehen $^1/_4\, l$ auseinander. Es ist mithin der Radstand zwischen $P_{,}$ und $P_{,,}$ $a = {}^1/_2\, l$, der zwischen $P_{,,}$ und $P_{,,,}$ $b = {}^3/_4\, l$. Ist die Einbiegung durch jede Last allein y_0, dann erhält man in irgend einem Punkte u die Einbiegung nach § 8

$$y_u = y_0\,(\eta_{x,} + \eta_{x,,} + \eta_{x,,,}),$$

wobei die Entfernungen des Punktes u von den drei Lasten $x_{,}$, $x_{,,}$, $x_{,,,}$ durch l gemessen werden müssen, wonach man zu deren Auswerthung sich der Tabelle I (§ 12) bedienen kann. Die resultirende Biegungslinie ist punktirt dargestellt. Man erkennt, in welcher Weise die Einbiegung unter einer der Lasten von den anderen Lasten je nach dem Radstande verschieden beeinflufst wird. Wären die Lasten $P_{,,}$ und $P_{,,,}$ mit dem Radstande $b = {}^3/_4\, l$ allein vorhanden, dann würden die Einbiegungen unter denselben sich einander nicht beeinflussen, da für $x = {}^3/_4\, l$, $\eta_x = 0$ ist. Wird aber der Radstand $b > {}^3/_4\, l$, dann verringern sich die Einbiegungen nur wenig, am meisten bei einem Radstande $b = l$. Wird der Radstand kleiner als $^3/_4\, l$, etwa $^1/_2\, l$, wie zwischen den Lasten $P_{,}$ und $P_{,,}$, dann wächst jede der Einbiegungen um 21 pCt., und die Einbiegung in der Mitte zwischen beiden um 29 pCt., welche letztere Einbiegung sich bei noch engerem Radstande noch vermehrt. Bei einem Radstande 0,64 l ist η_u zwischen den Lasten in der Mitte gleich der Einheit, also $y_u = y_0$ wie Abbildung 25 dar-

Abb. 25.



stellt. Das Hinzutreten der dritten Last $P_{,,,}$ in der Entfernung $x_{,,,} = l$ vermindert diese Einbiegung nur um 4,3 pCt. Soll a 1,5 m sein, dann mufs der Schienenstrang eine Steifigkeit besitzen von $l = 300$ cm.

Soll die Einbiegung zwischen $P_{,}$ und $P_{,,}$ nicht gröfser werden als y_0, dann mufs $2\,\eta_{\frac{a}{2}} + \eta_{b+\frac{a}{2}} = 1$ sein. Behält man $b + \frac{a}{2} = l$ bei, dann erhält man aus diesen beiden Gleichungen $a = b = \frac{a}{3}\, l$. Für $l = 300$ würde man als kleinsten Radstand $b = a = 200$ cm erhalten.

Es ist hiernach leicht, den Maximal-Bodendruck aus dem Radstande der Fahrzeuge zu ermitteln.

§ 28.

In Abbildung 24 ist aufserdem noch dargestellt, in welcher Weise sich die Momentenlinien der einzelnen Lasten zu einer resultirenden Momentenlinie

$$M_u = M_0\,(\mu_{x,} + \mu_{x,,} + \mu_{x,,,})$$

zusammensetzen.

Die gröfsten Biegungsmomente liegen immer unter der Last. Bei Radständen von $^5/_4\, l$ und $^1/_4\, l$ wirken die Raddrucke nicht aufeinander, und das Moment bleibt M_0 der Einzellast entsprechend. Die Werthe für die Ordinaten von μ sind aus §§ 3 und 4, Abb. 3 zu entnehmen oder auch aus Tabelle II § 12. Danach wirken zwei Lasten in Entfernung von $^1/_2\, l$ am günstigsten auf einander, indem sie das Biegungsmoment M_0 um 21 pCt. verringern. Für Radstände von $^1/_2\, l$ und einerseits bis $^1/_4\, l$, anderseits bis $^5/_4\, l$ nimmt die Verringerung allmählich ab. Für $b = {}^3/_4\, l$ ist dieselbe noch 13,4 pCt. Für $b = 0{,}64\, l$ ist M_u unter der Last nur M_0 0,82 wie in Abbildung 25,

also die Verringerung 18 pCt. Wenn drei Räder von den Radständen $^1/_2\, l$ und $^3/_4\, l$, wie Abbildung 24, den Schienenstrang belasten, dann ist die Verminderung des Biegungsmomentes unter dem Mittelrade 34,2 pCt., und wenn $a = b = {}^1/_2\, l$ ist, dann erreicht die Verminderung den gröfsten Werth 41,6 pCt.

Für eine dreiachsige Locomotive mit drei gleichen Achsdrucken und zwei gleichen Achsständen $^1/_2\, l + {}^1/_2\, l$ würden die Biegungsmomente unter den Rädern

$$M_0\, 0{,}75\,; \quad M_0\, 0{,}58\,; \quad M_0\, 0{,}75$$

sein. Nimmt man jedoch die Mittelachse heraus, sodafs eine zweiachsige Locomotive entsteht mit denselben Raddrucken, dann ändern sich die Biegungsmomente unter den Rädern auf

$$M_0\, 0{,}96\,; \quad — \quad ; \quad M_0\, 0{,}96.$$

Eine zweiachsige Locomotive würde also den Oberbau im Verhältnifs von 96 : 75 stärker anstrengen als eine dreiachsige von demselben äufseren Radstande. Oder auch, bei gleicher Anstrengung des Oberbaues würden die Radlasten der dreiachsigen Locomotive um 28 pCt. gröfser sein können; wiegt die zweiachsige Locomotive 20 t, so würde die dreiachsige $20 \cdot \frac{3}{2} \cdot \frac{128}{100} = 38{,}4$ t auf geraden Strecken wiegen können, ohne stärkere Schienen zu erfordern, wobei beinahe die doppelte Zugkraft ausgeübt werden könnte. In Curven ist die Wirkung der dreiachsigen Locomotive auf die Schienen ungünstiger.

§ 29.

In gekrümmten Bahnstrecken, und unter Umständen auch in geraden, tritt zu der Belastung P des Schienenstranges noch eine wagerechte Componente H hinzu, die durch die Bewegung der Fahrzeuge hervorgerufen und durch den Spurkranz des Rades vermittelt wird. Die Belastung P erhält dadurch eine schräge Richtung wie in Abbildung 26 dargestellt ist. Der

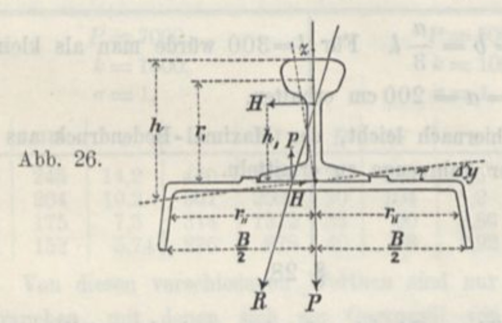


Abb. 26.

Angriffspunkt der Componente H liegt im Durchgangspunkt der Kraftrichtung R durch die Schienenmitte, welcher Punkt um h, über der Schienenbasis liegt. Die Gegenkraft von H soll in der Schwellenoberfläche angenommen werden, dann wird das Kräftepaar, dessen Moment Hh, ist, eine Drehung des Schienenstranges beabsichtigen, welcher Drehung zum Theil durch die Rückwirkung der Bettung, zum Theil durch die Steifigkeit der Querverbindungen zwischen beiden Schienensträngen eines Geleises das Gleichgewicht gehalten werden mufs. Die Vertheilung der Wirkung auf Bettung und Querverbindung hängt von der Widerstandsfähigkeit der Bettung ab. Man kann danach zwei Grenzfälle unterscheiden. Im ersten Falle, welcher hier zunächst der Rechnung unterworfen werden soll, werde die Bettung als fest und elastisch betrachtet, sodafs von der Mitwirkung von Querverbindung ganz abgesehen werden kann, im zweiten Falle, der im folgenden Paragraphen behandelt werden soll, wird die Bettung als locker und leicht verschieblich angesehen, sodafs von einer Mitwirkung derselben bei der Stabilität des Schienenstranges ganz abgesehen werden kann, und diese nur Aufgabe der Querverbindungen ist.

Durch das Drehungsmoment Hh, wird der zunächst angegriffene Querschnitt um den Winkel τ gedreht, und pflanzt sich diese Drehung nach beiden Seiten vom Angriffspunkte auf die anderen Querschnitte mit kleiner werdendem τ fort. Die Fortpflanzung geschieht in den einzelnen Querschnitten durch Schubkräfte V, die senkrecht zu den Drehungsradien r stehen. Bei der eigenthümlichen Gestaltung des Querprofils des Schienenstranges tritt indessen in den einzelnen Abtheilungen desselben vorzugsweise eine Biegung ein, die an der Drehachse Null ist und im Schienenkopfe und den Schwellenrändern ihr Maximum erreicht. Zerlegt man die Schiene durch wagerechte, die Schwelle durch lothrechte Schnitte in mehrere einzelne elastische Stäbe, deren Abstand vom Drehpunkt mit r bezeichnet wird, so sind die Einbiegungen derselben $r\tau$. Ebenso sind die in den Querschnittstheilen entwickelten Schubkräfte proportional der Entfernung von der Drehachse und der Gröfse der Querschnittstheile. Es läfst sich leicht ermessen, dafs die Schubkraft im Querschnitt des Schienenkopfes $V_{\prime}$ und die beiden Schubkräfte in den Schwellenrändern $V_{\prime\prime}$ $V_{\prime\prime}$ die Widerstände an Schienensteg, Schienenfufs und Schwellenplatte bei weitem überwiegen und dafs jene drei Schubkräfte als allein wirksam angesehen werden können. Die Hebelsarme von $V_{\prime}$ und $V_{\prime\prime}$ seien $r_{\prime}$ und $r_{\prime\prime}$, dann ist das Drehungsmoment der Schubkräfte in einem Querschnitte bei x

$$V_{\prime} r_{\prime} + 2 V_{\prime\prime} r_{\prime\prime}.$$

In einem Querschnitte bei $x + \partial x$ ist dies Moment

$$r_{\prime}(V_{\prime} + \partial V_{\prime}) + 2 r_{\prime\prime}(V_{\prime\prime} + \partial V_{\prime\prime}).$$

Auf das kleine Plättchen von der Dicke ∂x zwischen beiden Schnitten wirkt mithin ein Kräftepaar, dessen Moment der Differenz gleich ist:

$$\left(r_{\prime} \frac{\partial V_{\prime}}{\partial x} + 2 r_{\prime\prime} \frac{\partial V_{\prime\prime}}{\partial x}\right) \partial x.$$

Wenn nun die Bettung als vollkommen elastisch und fest angenommen wird, dann entwickelt sich aus der Neigung der Schwelle um den Winkel τ ein Widerstandspaar der Bettung. An den Schwellenrändern ist die Zunahme des Bodendrucks

$$\varDelta\sigma = \pm \frac{B\,C}{2}\,\tau,$$

in der Mitte Null, mithin für jede der beiden Schwellenhälften auf die Längeneinheit

$$\pm \frac{B^2\,C}{8}\,\tau,$$

welche beiden Kräfte im Abstande $^2/_3\, B$ das Widerstandsmoment der Bettung bilden

$$\frac{B^3\,C}{12}\,\tau.$$

An dem Plättchen von der Dicke ∂x sind mithin die Differenz der Momente der Schubkräfte mit dem Widerstandsmoment der Bettung in Gleichgewicht, welches sich ausdrückt durch die Gleichung

$$(1) \qquad r_{\prime} \frac{\partial V_{\prime}}{\partial x} + 2 r_{\prime\prime} \frac{\partial V_{\prime\prime}}{\partial x} + \frac{B^3 C \tau}{12} = 0.$$

Die seitliche Einbiegung des Schienenkopfes ist $r_{\prime}\tau$, die senk-

rechte der Schwellenränder $r_{,,}\tau$. Nach der Theorie elastischer Stäbe ist daher

$$\frac{\partial V_,}{\partial x} = EJ_, \frac{\partial^4 (r_, \tau)}{\partial x^4},$$

$$\frac{\partial V_{,,}}{\partial x} = EJ_{,,} \frac{\partial^4 (r_{,,} \tau)}{\partial x^4}.$$

Setzt man noch

$$\tau = \frac{z}{h},$$

wo h die Schienenhöhe ist, und z die seitliche Ausweichung der Lauffläche, so ändert sich Gleichung (1) in

$$\frac{B^3 C}{12} z + E(J_, r_,^2 + 2 J_{,,} r_{,,}^2) \frac{\partial^4 z}{\partial x^4} = 0$$

oder vereinfacht, wenn noch $(J_, r_,^2 + 2 J_{,,} r_{,,}^2)$ durch $J' \frac{B^2}{4}$ ersetzt wird, wobei

$$(2) \qquad J' = J_, \left(\frac{2 r_,}{B}\right)^2 + 2 J_{,,} \left(\frac{2 r_{,,}}{B}\right)^2,$$

$$(3) \qquad \frac{\partial^4 z}{\partial x^4} = -z \frac{BC}{3 EJ'}.$$

Diese Differential-Gleichung hat dieselbe Form wie die Grundgleichung für den schwimmenden Balken § 1. Die Biegungslinie ist daher der η Linie proportional und die Ergebnisse der Entwicklung § 4 können unmittelbar übernommen werden, wenn man y durch z, P durch $\frac{H h_,}{h}$ und J durch $3 J'$ ersetzt.

Für die Einbiegungen im Angriffspunkte der Componente P hat man nach § 4 und § 22

$$(4) \qquad y_0 = \frac{P \pi}{2 l C B},$$

$$(5) \qquad l = 167 \sqrt[4]{\frac{J}{CB}},$$

$$(6) \qquad M_0 = \frac{P l}{4 \pi} = EJ \left(\frac{\partial^2 y}{\partial x^2}\right)_0,$$

und ist daher entsprechend

$$(7) \qquad z_0 = \frac{H h_, \pi}{2 h l' C B},$$

$$(8) \qquad l' = 167 \sqrt[4]{\frac{3 J'}{BC}},$$

$$(9) \qquad M_0' = \frac{h_, l' H}{4 h \pi} = 3 E J' \left(\frac{\partial^2 z}{\partial x^2}\right)_0.$$

Die aus der Drehung hervorgehenden Biegungen des Schienenkopfes und der Schwellenränder sind durch den Winkel τ mit einander verbunden und ebenso die davon abhängigen Biegungsmomente und Widerstandsmomente.

Für den Schienenkopf gelten die Gleichungen

$$M_, = \frac{J_, k'_,}{e_,} = EJ_, \frac{\partial^2 (r_, \tau)}{\partial x^2} = EJ_, \frac{r_, \partial^2 z}{h \partial x^2}.$$

Man erhält daraus, wenn man aus (9) den Werth

$$\frac{\partial^2 z}{\partial x^2} = \frac{M_0'}{3 EJ'}$$

einsetzt, die Anstrengung des Materials in der Seite des Schienenkopfes infolge der Kraft H

$$(10) \qquad k'_, = \pm \frac{e_, r_, M_0'}{3 h J'}.$$

Das Material an derselben Stelle wird aufserdem durch die Belastung P in Anspruch genommen und zwar, wenn die Spannung im Schienenfufs

$$(10a) \qquad k = \frac{P l}{4 \pi} \cdot \frac{e}{J}$$

beträgt, dann ist dieselbe in der Höhe $r_,$

$$(11) \qquad k''_, = k \frac{r_, - e}{e},$$

mithin die Gesamtspannung

$$(12) \qquad \Sigma k_, = k'_, + k''_,.$$

Für jeden Schwellenrand gelten wie für den Schienenkopf die entsprechenden Gleichungen

$$M_{,,} = \frac{J_{,,} k'_{,,}}{e_{,,}} = EJ_{,,} \frac{\partial^2 (r_{,,} \tau)}{\partial x^2} = EJ_{,,} \frac{r_{,,} \partial^2 z}{h \partial x^2},$$

und man erhält daraus

$$(13) \qquad k'_{,,} = \pm \frac{e_{,,} r_{,,} M_0'}{3 h J'}.$$

Fügt man da hinzu die Anstrengung aus der Last P

$$(14) \qquad k''_{,,} = k \frac{e_{,,}}{e},$$

dann erhält man die Gesamtanstrengung durch R im untersten Punkte des äufsern Schienenrandes

$$(15) \qquad \Sigma k_{,,} = k'_{,,} + k''_{,,}.$$

Die durch die Drehung hervorgerufene vermehrte Zusammendrückung Δy des Bodens erzeugt daselbst eine Vermehrung des Bodendruckes

$$(16) \qquad \Delta \sigma = C \Delta y = \frac{B C z}{2 h}.$$

Der Bodendruck aus P allein ist

$$(17) \qquad \sigma = y C,$$

mithin der Maximal-Bodendruck

$$(18) \qquad \sigma + \Delta \sigma = C\left(y + z \frac{B}{2 h}\right).$$

Die auf die Schwelle übertragene Horizontalkraft H findet daselbst einen Gegendruck theils durch die Reibung auf der Bettung, theils durch den Erddruck des Hinterfüllungsmaterials. Je nachdem diese verschieden bemessen werden können, ändert sich auch der Hebelsarm $h_,$. Für die vorstehende Entwicklung ist der Angriffspunkt in der Oberfläche der Schwellenplatte angenommen. Liegt er unter Umständen um $\Delta h_,$ tiefer oder höher, so wird das Drehungsmoment entsprechend gröfser oder kleiner.

Es seien nun beispielsweise

$$J = 950 \quad h = 12{,}5 \quad e = 6{,}25 \quad B = 30,$$
$$J_, = 50 \quad r_, = 11 \quad e_, = 2{,}9 \quad h_, = 7{,}5,$$
$$J_{,,} = 50 \quad r_{,,} = 14 \quad e_{,,} = 5,$$
$$P = 7000, \quad H = \frac{P}{3} = 2333,$$

dann erhält man aus Gleichung

$$(2) \qquad J' = 50\left(\frac{2 \cdot 11}{30}\right)^2 + 2 \cdot 50 \left(\frac{2 \cdot 14}{30}\right)^2 = 114 \text{ cm}^4,$$

$$(5) \qquad l' = 167 \sqrt[4]{\frac{3 \cdot 114}{3 \cdot 30}} = 233 \text{ cm},$$

$$(9) \qquad M_0' = \frac{7{,}5 \cdot 233 \cdot 2333}{4 \cdot 12{,}5 \cdot 3{,}14} = 26000 \text{ kg cm},$$

$$(10) \qquad k'_, = \frac{2{,}9 \cdot 11 \cdot 26000}{3 \cdot 12{,}5 \cdot 114} = 194 \text{ kg qcm},$$

(13) $k'_{,,} = \frac{5 \cdot 14 \cdot 26000}{3 \cdot 12{,}5 \cdot 114} = 426$ kg qcm,

(5) $l = 167 \sqrt[4]{\frac{950}{3 \cdot 30}} = 300$ cm,

(10a) $k = \frac{7000 \cdot 300 \cdot 6{,}25}{4 \cdot 3{,}14 \cdot 950} = 1100$ kg qcm,

(11) $k''_{,} = 1100 \frac{11 - 6{,}25}{6{,}25} = 836$ kg qcm,

(14) $k''_{,,} = 1100 \frac{5}{6{,}25} = 880$ kg qcm,

(12) $\Sigma k_{,} = 1100 \frac{11 - 6{,}25}{6{,}25} + 194 = 1030$ kg qcm,

(15) $\Sigma k_{,,} = \frac{1100 \cdot 5}{6{,}25} + 426 = 1306$ kg qcm,

(4) $y_0 = \frac{7000 \cdot 3{,}14}{2 \cdot 300 \cdot 3 \cdot 30} = 0{,}41$ cm,

(7) $z_0 = \frac{2333 \cdot 7{,}5 \cdot 3{,}14}{2 \cdot 12{,}5 \cdot 233 \cdot 3 \cdot 30} = 0{,}105$ cm,

(16) $\Delta\sigma = \frac{0{,}105 \cdot 30 \cdot 3}{2 \cdot 12{,}5} = 0{,}378$ kg qcm,

(17) $\sigma = 0{,}41 \cdot 3 = 1{,}23$ kg qcm,

(18) $\sigma + \Delta\sigma = 0{,}378 + 1{,}23 = 1{,}608$ kg qcm.

Man ersieht daraus, dafs bei fester und elastischer Bettung die Ausbiegung des Schienenkopfes nur unbedeutend ist, und dafs auch die gröfsten Anstrengungen des Schienen- und Schwellenmaterials sich in mäfsigen Grenzen halten, dagegen wächst der gröfste Bodendruck von 1,23 kg auf 1,61 kg für d. qcm.

§ 30.

Wenn die Bettung so locker und leicht verschieblich ist, dafs auch bei schräg wirkenden Belastungen der Gegendruck unter der Schwelle sich nach der Breite gleichmäfsig vertheilt, dann tritt der andere Grenzfall ein, in welchem die Bettung zur Stabilität des Schienenstranges nicht beiträgt, sondern diese durch Querverbindungen gesichert werden mufs. Angenommen, die Querverbindungen, welche in Entfernungen λ von einander angebracht sind, erhalten die normale Stellung und Spur an ihren Angriffspunkten, so wird doch beim Auftreten eines geneigten Raddruckes in der Mitte der Strecke λ eine Drehung des Schienenstranges durch das Drehungsmoment $Hh_{,}$ stattfinden, welcher nunmehr allein die Biegungswiderstände der Schwellenränder und des Schienenkopfes entgegenwirken. Man kann diese drei Theile des Schienenstranges als drei elastische Stäbe ansehen, die in ihren Durchbiegungen durch den Drehungswinkel τ mit einander verbunden sind, und deren Durchbiegungen daher $r_{,}\tau$ und $r_{,,}\tau$ sind.

Jeder dieser Stäbe sei durch gleich hohe Stützpunkte gestützt und überspanne mehrere gleiche Oeffnungen λ. Wird er in der Mitte einer Spannweite mit $Q_{,}$ belastet, dann ist das Biegungsmoment unter der Last nahezu

$$M_{,} = \frac{Q_{,}\lambda}{6}$$

und über den nächsten Stützpunkten

$$M_{,,} = -\frac{Q_{,}\lambda}{24}.$$

Die Einbiegung solchen Stabes ist

(1) $\delta_{,} = \frac{M_{,}\lambda^2}{12EJ_{,}} - \frac{M_{,,}\lambda}{2EJ_{,}} = \frac{Q_{,}(\lambda^3 - \lambda^2)}{48EJ_{,}}.$

Sei der genannte Stab der Schienenkopf, so liefert derselbe bei einer seitlichen Einbiegung $\delta_{,}$ die Rückwirkung $Q_{,}$ verbunden durch die Gleichung (1). Ebensolche Gleichung erhält man für jeden der Schienenränder

(2) $\delta_{,,} = \frac{Q_{,,}(\lambda^3 - \lambda^2)}{48EJ_{,,}}.$

Es ist mithin

$$\frac{\delta_{,}}{\delta_{,,}} = \frac{r_{,}\tau}{r_{,,}\tau} = \frac{Q_{,}J_{,,}}{Q_{,,}J_{,}},$$

woraus man ableitet

(3) $Q_{,}r_{,,}J_{,,} = Q_{,,}r_{,}J_{,}.$

Denkt man sich das dünne Plättchen zwischen zwei Querschnitten des Schienenstranges, auf welches das Drehmoment $Hh_{,}$ wirkt, und auf welches auch die Reactionen $Q_{,}\ Q_{,,}\ Q_{,,}$ wirken, herausgeschnitten, so ist die Bedingung des Gleichgewichts desselben

(4) $Hh_{,} = Q_{,}r_{,} + 2\,Q_{,,}r_{,,}.$

Aus Gleichung (3) und (4) findet man

(5) $Q_{,} = \frac{Hh_{,}r_{,}J_{,}}{r_{,}^2J_{,} + 2r_{,,}^2J_{,,}},$

(6) $Q_{,,} = \frac{Hh_{,}r_{,,}J_{,,}}{r_{,}^2J_{,} + 2r_{,,}^2J_{,,}}.$

Nun ist

$$\frac{\delta_{,}}{r_{,}} = \frac{z_0}{h},$$

daher die seitliche Ausweichung der Lauffläche des Schienenkopfes

(7) $z_0 = \frac{h}{r_{,}}\delta_{,}.$

Das Biegungs-Moment des Schienenkopfes liefert die Festigkeitsgleichung

$$\frac{Q_{,}l}{6} = \frac{J_{,}k'_{,}}{e},$$

woraus man

(8) $k'_{,} = \frac{Q_{,}\lambda e_{,}}{6J_{,}}$

berechnet, und ebenso erhält man für den Schwellenrand

(9) $k'_{,,} = \frac{Q_{,,}\lambda e_{,,}}{6J_{,,}}.$

Zu diesen Anstrengungen des Materials addirt sich, wie im vorhergehenden Paragraphen, die Spannung, welche durch die Last P hervorgerufen wird,

im Schienenkopf

(10) $k''_{,} = k\frac{r_{,} - e}{e},$

im Schwellenrande

(11) $k''_{,,} = k\frac{e_{,,}}{e}.$

Da indessen die Bettung leicht verschieblich angenommen ist, so ist auch noch die Biegungsspannung der Schwelle, die durch die Componente H hervorgerufen wird, hinzuzufügen. Dieselbe beträgt

(12) $k'''_{,,} = \frac{H\lambda}{6} \cdot \frac{B}{2J_{,,,}},$

wobei $J_{,,,}$ das Trägheitsmoment der Schwelle auf eine lothrechte Schwerpunktsachse bezeichnet.

Demnach ist

$$(13) \qquad \Sigma k_{,} = k'_{,} + k''_{,},$$

$$(14) \qquad \Sigma k_{,,} = k'_{,,} + k''_{,,} + k'''_{,,}.$$

Für denselben Schienenstrang, der im vorhergehenden Paragraphen als Beispiel gewählt worden ist, erhält man in diesem Falle, wenn $\lambda = 270$ cm und $J_{,,,} = 3600$ beträgt, aus Gleichung

$$(5) \qquad Q_{,} = \frac{2333 \cdot 7{,}5 \cdot 11 \cdot 50}{11^2 \cdot 50 + 2 \cdot 14^2 \cdot 50} = 375 \text{ kg},$$

$$(6) \qquad Q_{,,} = \frac{2333 \cdot 7{,}5 \cdot 14 \cdot 50}{11^2 \cdot 50 + 2 \cdot 14^2 \cdot 50} = 478 \text{ kg},$$

$$(1) \qquad \delta_{,} = \frac{375(270^3 - 270^2)}{48 \cdot 2 \cdot 10^6 \cdot 50} = 1{,}53 \text{ cm},$$

$$(7) \qquad z_0 = \frac{12{,}5}{11} \cdot 1{,}53 = 1{,}75 \text{ cm},$$

$$(8) \qquad k'_{,} = \frac{375 \cdot 270 \cdot 2{,}9}{6 \cdot 50} = 979 \text{ kg qcm},$$

$$(10) \qquad k''_{,} = 1100 \cdot \frac{11 - 6{,}25}{6{,}25} = 836 \text{ kg qcm},$$

$$(13) \qquad \Sigma k_{,} = 979 + 836 = 1815 \text{ kg qcm},$$

$$(9) \qquad k'_{,,} = \frac{478 \cdot 270 \cdot 5}{6 \cdot 50} = 2160 \text{ kg qcm},$$

$$(11) \qquad k''_{,,} = 1100 \cdot \frac{5}{6{,}25} = 880 \text{ kg qcm},$$

$$(12) \qquad k'''_{,,} = \frac{2333 \cdot 270 \cdot 30}{12 \cdot 3600} = 437 \text{ kg qcm},$$

$$(14) \qquad \Sigma k_{,,} = 2160 + 880 + 437 = 4377 \text{ kg qcm}.$$

Man ersieht hieraus, dafs eine weiche und leicht verschiebliche Bettung, bei welcher der Schienenstrang so lange einsinkt, bis die Tragfähigkeit so weit gehoben ist, dafs im allgemeinen die Last P getragen wird, die erforderliche Stabilität nicht hergeben kann, da bei weiterer Belastung des äufseren Randes ein weiteres Zusammendrücken stattfindet, bis der Widerstand des Schienenstranges gegen Verdrehen mit der etwa erzeugten gröfseren Reaction der Bettung den auf Drehung wirkenden Kräften das Gleichgewicht hält. Dabei werden die äufseren Schwellenränder am meisten auf Zug in Anspruch genommen und es ist, wie das Beispiel zeigt, ein Querbruch der Schwellen in der Mitte zwischen zwei Querverbindungen zuerst zu befürchten. Das zunächst liegende Mittel dagegen ist die Verbesserung der Bettung durch rauheres Material und durch häufigeres Unterstopfen der äufseren Ränder der Schwellen zur Beseitigung der daselbst entstandenen hohlen Räume. Will man in der Construction schon auf ein Bettungsmaterial von geringem Widerstand Rücksicht nehmen, dann mufs man bei derselben auf die Verminderung des Werthes $\Sigma k_{,,}$ Gleichung (14) hinarbeiten. Führt man in denselben aus den vorhergehenden Gleichungen 12, 11, 9 und 6 die Werthe von $Q_{,,}$ und k ein und setzt angenähert

$$J_{,,,} = \frac{B^2}{4}\left(\frac{B\delta}{3} + 2F_{,,}\right),$$

worin δ die Dicke der Schwellenplatte und $F_{,,}$ der Querschnitt eines Schwellenrandes ist, dann erhält man

$$\Sigma k_{,,} = H\lambda\left(\frac{h_{,} e_{,,} r_{,,}}{r_{,}^2 J_{,} + 2 r_{,,}^2 J_{,,}} + \frac{1}{B(B\delta + 6F_{,,})}\right) + \frac{Ple}{4\pi J}.$$

Daraus geht hervor, dafs

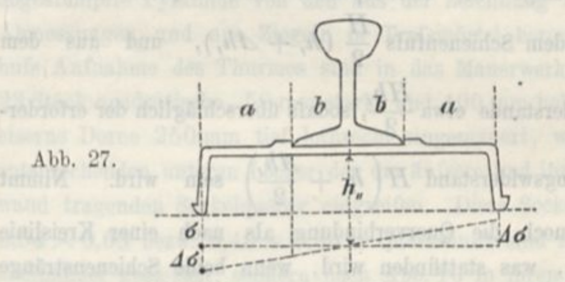
1. die Vermehrung der Querverbindungen zur Verringerung von λ,
2. die Verminderung der Schienenhöhe und Verbreiterung des Schienenkopfes zur Verringerung von $h_{,}$,
3. die Verbreiterung der Schwelle,
4. die Verminderung der Höhe der Schwellenränder unter Belassung oder eventueller Vermehrung ihres Querschnittes und ihres Trägheitsmomentes,

Mittel sind, um die Stabilität des Schienenstranges zu erhöhen. In welchem Mafse davon Gebrauch zu machen ist, wird von anderweiten Rücksichten abhängen. Aufser durch Vermehrung der Tragfähigkeit der Bettung und des Untergrundes wird auch noch die äufsere Hinterfüllung der Schienen bis zum Schienenkopfe, und die nach Innen geneigte Stellung des Schienenstranges zur Stabilität beitragen.

§ 31.

Hat sich durch längeres Befahren des Schienenstranges die Bettung befestigt, dann wächst auch der Coefficient C, und zwar um so mehr, je tiefer der Untergrund verdichtet worden ist. Mit dem Coefficienten C wächst der Bodendruck p für das cm und σ für das qcm wie in § 23 erörtert worden ist. Dem erhöhten Bodendruck entsprechend ist die Dicke δ der Schwellenplatte zu bemessen. Das gröfste Biegungsmoment im Querprofil liegt neben dem Schienenfufse. Auf den Streifen der Schwelle neben dem Schienenfufse von der Breite a wirkt die eingeschlossene Bettung. Die Vertheilung des Druckes ist in Abbildung 27 unter Berücksichtigung der Horizontalkraft H an-

Abb. 27.



gedeutet. Das Biegungsmoment neben dem Schienenfufse für die Einheit der Schwellenlänge besteht

1. aus dem Moment des Bodendruckes σ

$$\frac{\sigma \cdot a^2}{2},$$

2. aus dem Moment des Trapezes von der Höhe a, welches am äufseren Rande den Druck $\Delta\sigma$, neben dem Schienenfufse, dessen Breite $2b$ sei, den Druck $\frac{b}{a+b}\Delta\sigma$ darstellt. Dasselbe ergiebt, in zwei Dreiecke zerlegt,

$$a\sigma\left(\frac{a^2}{3} + \frac{ba^2}{6(a+b)}\right),$$

3. aus dem Momente des Horizontaldruckes der Bettung, der höchstens $\frac{\sigma + \Delta\sigma}{4}$ am Schwellenrande bemessen werden könnte, mit

$$\frac{\sigma + \Delta\sigma}{4} \cdot \frac{h_{,,}^2}{2}.$$

Mithin ist das Gesamtmoment, welches dem Widerstandsmoment der Schwellenplatte gleich zu setzen wäre,

$$\sigma\left(\frac{a^2}{2}+\frac{h_{,,}^2}{8}\right)+\Delta\sigma\left(\frac{a^2}{3}+\frac{ba^2}{6(a+b)}+\frac{h_{,,}^2}{8}\right)=\frac{\delta^2 k}{6}.$$

Es sei nun z. B. $a = 10$, $h_{,,} = 6$, $b = 5$, $\Delta\sigma = \frac{\sigma}{3}$, dann ist

$$\frac{\delta^2 k}{6} = 69\,\delta$$

und für $k = 1000$ kg, $\sigma = 1{,}23$ kg, $C = 3$, $\delta = 0{,}71$ cm.

Wächst C auf 15, dann wird σ das $1\frac{1}{2}$fache, mithin $k = 1500$, oder soll $k = 1000$ bleiben, mufs $\delta = 0{,}87$ cm sein.

§ 32.

Die Querverbindungen der beiden Schienenstränge können bei fester Bettung aus einfachen Spurstangen bestehen. Dieselben verbinden die Schienensteege und übertragen ungefähr den halben Horizontalschub auf den andern Schienenstrang. Da dieselben aber nur geringen Biegungswiderstand auf die Schienen übertragen, so können sie bei zusammendrückbarer Bettung die normale Stellung nicht sichern. Im letzteren Falle müssen die Querverbindungen eine gröfsere Steifigkeit besitzen und mit den Schwellen fest verbunden sein. Zur Vereinfachung dieser Verbindung werden sie meistens unter den Schwellen hindurch geführt. Da sie bei lockerer Bettung etwa die Hälfte der Horizontalkraft aufnehmen, während die andere Hälfte auf die Bettung entfällt, so wird ihr Querschnitt F mit $\frac{H}{2F} = k$, gespannt. Das Biegungsmoment M aus dieser Spannung ist wegen der tiefen Lage des Schwerpunktes dieses Querschnittes um $\Delta h_,$ unter dem Schienenfufs $\frac{H}{2}(h_, + \Delta h_,)$, und aus dem Bettungswiderstande etwa $\frac{Hh_,}{2}$, sodafs überschläglich der erforderliche Biegungswiderstand $H\left(h_, + \frac{\Delta h_,}{2}\right)$ sein wird. Nimmt man nun noch die Querverbindung als nach einer Kreislinie gebogen an, was stattfinden wird, wenn beide Schienenstränge symmetrisch sich nach auswärts um den den Winkel τ neigen und die Bettung einen Druck auf die Querverbindung nicht ausübt, dann findet Gleichgewicht statt bei einem Winkel

$$\tau = \frac{Mb}{EJ} = H\left(h_, + \frac{\Delta h_,}{2}\right)\frac{b}{EJ},$$

worin b die halbe Spurweite und J das Trägheitsmoment der Querverbindung ist. Bei dieser Biegung berechnet sich die äufserste Faserspannung mit Rücksicht auf die Zugspannung aus $\frac{H}{2}$ zu

$$k = \frac{H}{2F} + H\left(h_, + \frac{\Delta h_,}{2}\right)\frac{e}{J}.$$

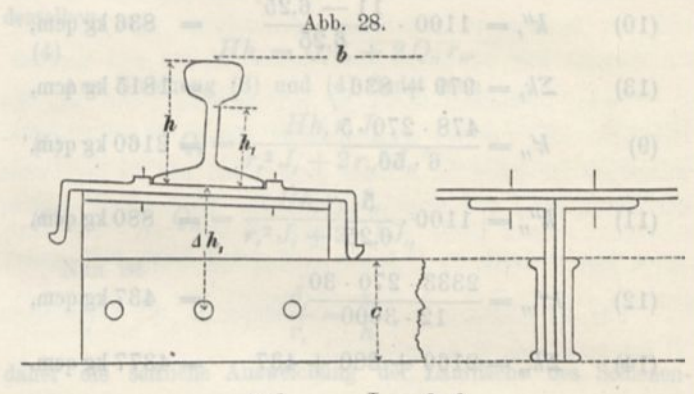
Aus der Neigung τ ergiebt sich eine Spurerweiterung an jedem Strange

$$x = (h + \Delta h_,)\,\tau = H\left(h_, + \frac{\Delta h_,}{2}\right)(h + \Delta h_,)\frac{b}{EJ},$$

die hinreichend klein angenommen werden und zur Bestimmung von $\frac{J}{e}$ dienen kann. In zweiter Linie ist dann noch die Festigkeit zu prüfen.

Es bestehe z. B. die Querverbindung aus zwei rechteckigen Stäben von je 1 cm Dicke und c Höhe, die gegenseitig abgesteift und an die Schwelle von unten mittels Winkeleisen angeschlossen sind, wie Abbildung 28 zeigt, dann ist

Abb. 28.



$$J = \frac{2c^3}{12} \text{ und } \frac{J}{e} = \frac{2c^2}{6}.$$

Ist nun $H = \frac{7000}{3} = 2333$, $h = 12{,}5$, $h_, = 7{,}5$, $\Delta h = 7{,}5$, $b = 75$ und x werde 0,1 cm zugelassen, dann hat man aus obiger Gleichung für x

$$0{,}1 = \frac{2333 \cdot 11{,}25 \cdot 20 \cdot 75 \cdot 6}{2{,}10^6 \cdot c^3} \text{ oder}$$

$$c^3 = 1181 \text{ und } c = 10{,}6$$

und aus der Gleichung für k

$$k = \frac{2333}{2 \cdot 2 \cdot 10{,}6} + \frac{3333 \cdot 11{,}25 \cdot 6}{2 \cdot (10{,}6)^2} = 1262 \text{ kg}.$$

(Fortsetzung folgt.)

Gufseiserner Leuchtthurm bei Kykduin.

(Helder, Nord-Holland.)

(Mit Zeichnungen auf Blatt 48 im Atlas.)

1. Einleitung.

In Holland hat man in neuerer Zeit verschiedentlich Leuchtthürme aus Gufseisen erbaut, da diese erfahrungsgemäfs dem Verrosten viel weniger ausgesetzt sind, als solche aus Schmiedeeisen. Während letztere, namentlich wenn sie in der Nähe des Meeresstrandes stehen, häufiger von Rost gesäubert und im Anstrich erneuert werden müssen, genügt bei gufseisernen Thürmen ein neuer Anstrich etwa alle drei bis vier Jahre, und es verursacht demnach die Verwendung von Gufseisen zum Bau von Leuchtthürmen bei gröfserer Dauerhaftigkeit derselben geringere Unterhaltungskosten. Dies hat in erster Linie die holländischen Ingenieure zu der erwähnten Verwendung des Gufseisens geführt, wie mir von zuständiger Seite mitgetheilt worden ist. Sodann wird aber vermuthlich für die Wahl des Gufseisens auch der Umstand mafsgebend gewesen sein, dafs das Zusammenbauen einzelner Bauwerkstheile nicht durch Vernietung, sondern

durch Verschraubung erfolgt, da dies einmal dazu beiträgt, dafs die Errichtung von Leuchtthürmen auch an den entlegensten Küstenpunkten verhältnifsmäfsig leicht zu bewirken ist, und ebenso eine vielleicht im Laufe der Zeit erforderlich werdende Ortsveränderung des Thurmes ohne besondere Schwierigkeiten und Beschädigungen desselben ermöglicht. Für das colonieenreiche Holland sind natürlich diese Vortheile besonders schwerwiegend, und in der That hat die dortige Regierung noch ganz vor kurzem gufseiserne Leuchtthürme in Holland anfertigen und nach dem holländischen Indien versenden lassen.

Uebrigens sind gufseiserne Leuchtthürme schon vor etwa 40 Jahren in England hergestellt worden. Hagen schreibt darüber in seinem Handbuch der Wasserbaukunst, III. Theil, 4. Bd., S. 364:

„Es giebt noch eine andere Art von eisernen Leuchtthürmen, die jedoch, wie es scheint, in Europa nirgends angewendet sind, und bei denen man das Eisen nur gewählt hat, um an Orten, wo es an Material und brauchbaren Arbeitern fehlt, den vorher vollständig zugerichteten Thurm leicht hinbringen und schnell aufstellen zu können. So sah ich 1841 einen Thurm dieser Art in Pimlico-Street in London aufgestellt, der nach Westindien bestimmt war. Er hatte die Höhe von 78′, hielt unten $18^1/_2$′ und oben $11^1/_2$′ im Durchmesser und bestand ganz aus Gufseisen. Die Platten, aus denen er zusammengesetzt war, hatten im unteren Theile die Stärke von 1″, oben dagegen nur $^3/_4$″. Sie waren an der inneren Seite mit vorstehenden Rändern versehen und mittels dieser aneinander geschroben. Acht Räume befanden sich übereinander, die wieder durch eiserne Decken getrennt und durch eiserne Treppen verbunden waren. — — — Eine grofse Anzahl ähnlicher Thürme hat Alexander Gordon in neuerer Zeit nach den entlegensten Küsten geliefert.“

Es ist hier absichtlich dieser Auszug wörtlich wiedergegeben, weil die neuesten holländischen gufseisernen Leuchtthürme genau nach denselben Grundsätzen erbaut sind: jedenfalls der beste Beweis, dafs sich diese Art Thürme durchaus bewährt hat. Angesichts dieser Thatsache und des Umstandes, dafs m. W. in unserer Litteratur bislang nähere Angaben über gufseiserne Leuchtthürme fehlen, habe ich mich gelegentlich einer im vorigen Herbst durch Holland gemachten Studienreise veranlafst gesehen, den auch wegen seiner Gröfse besonders bemerkenswerthen gufseisernen Leuchtthurm bei Kykduin eingehend zu besichtigen, sowie im Anschlusse daran mir die zugehörigen Zeichnungen und Erläuterungen zu verschaffen, welche ich, wie mir an dieser Stelle hervorzuheben gestattet sein möge, den Herren J. F. W. Conrad, Inspecteur van den Waterstaat, und A. C. van Loo, Bouwkundige by het departement van Marine, zu verdanken habe.

2. Lage*) und Hauptabmessungen.

Nordholland wird im Norden durch das, eine der Hauptverbindungen der Südersee mit der Nordsee bildende Mars-Diep begrenzt und hier durch den wegen seiner besonders gefährdeten Lage berühmten Seedeich vertheidigt. Etwa 1,5 km vom westlichen Ende des letzteren und 60 m hinter den daselbst befindlichen Dünen ist der Leuchtthurm bei Kykduin auf dem dortigen Weideland erbaut. Derselbe zeigt ein weifses festes Feuer.

*) Vergl. den Lageplan in Hagen, Handb. d. W. III, Tafel 15, Fig. 28.

Die Höhenangaben in den Zeichnungen auf Bl. 48 beziehen sich auf einen etwa in mittlerer Geländehöhe liegenden Höhepunkt $= \pm 0$ m, welcher etwas über der gewöhnlichen Fluth liegt, sodafs die Brennebene auf + 59,70 m, rund 60 m, über dem mittleren Meeresspiegel liegt.

Der gufseiserne Thurm hat die Form einer abgestumpften sechzehneckigen Pyramide (Abb. 1 und 2). Seine Grundfläche liegt auf + 0,50 m, sein oberer Abschlufs auf + 56,00 m. Ueber diesem erhebt sich die Laterne mit einem festen weifsen Feuer erster Ordnung. Der Durchmesser der den Sechzehnecken eingeschriebenen Kreise beträgt unten 10,50 m, vermindert sich gleichmäfsig bis zur Höhe + 55,00 m auf 3,90 m und erweitert sich von da bis + 56,00 m Höhe auf 4,20 m. Die gröfste, unten vorhandene Wandstärke ist 35 mm, welche sich nach oben hin bis auf 23 mm vermindert.

Der Thurm ist in siebzehn Stockwerke durch wagerechte gufseiserne Decken getheilt (Abb. 2), welche letzteren (vergl. die Grundrisse zwischen Abb. 1 und Abb. 2), mit Ausnahme der beiden obersten, durch einen im Thurme befindlichen gufseisernen Hohlkörper von der Gestalt eines abgestumpften Kegels durchbrochen sind. Letzterer hat unten 3,00 m, oben 1,50 m lichten Durchmesser, während seine Wandstärke von 25 mm unten bis auf 20 mm oben abnimmt.

3. Grundbau.

Auf 249 Stück, 0,94 m von Mitte zu Mitte eingerammten Pfählen von 7 m Länge und 22 cm mittlerem Durchmesser ruht der das Grundmauerwerk tragende Rost (Abb. 2 und Abb. 10 u. 11). Das Grundmauerwerk ist als regelmäfsige achteckige abgestumpfte Pyramide von den aus der Zeichnung ersichtlichen Abmessungen und aus Ziegeln in Trafsmörtel hergestellt. Behufs Aufnahme des Thurmes sind in das Mauerwerk im ganzen 23 Stück quadratische, 50 mm starke und 400 mm hohe schmiedeeiserne Dorne 250 mm tief lothrecht eingemauert, welche in die entsprechenden unteren Löcher der die äufsere und innere Thurmwand tragenden Sockelquader eingreifen. Diese Sockelsteine von $0{,}54 \times 0{,}65$ bezw. $0{,}40 \times 0{,}60$ m Querschnitt sind nicht stumpf aneinander gestofsen, sondern nach Abb. 16 in ihren Stofsflächen auf 0,20 m von unten gewissermafsen mit Feder und Nuth versehen und dadurch in innigen Verband miteinander gebracht. Das Grundmauerwerk ist zwischen den Sockelquadern mit $0{,}60 \times 0{,}60$ m grofsen und 5 cm starken gebrannten Fliesen abgedeckt, welche auf einer 5 cm starken Sandunterlage in verlängertem Cementmörtel verlegt sind.

4. Der gufseiserne Aufbau.

Die äufsere Thurmwand wird durch 68 Schichten in Halbstein-(Schornstein-)Verband versetzten gufseisernen Platten gebildet, deren Abmessungen nach oben hin, wie aus der Zeichnung ersichtlich, abnehmen. Danach besteht jede Schicht aus 16 Platten, von den durch Fenster- und Thüröffnungen bewirkten Abweichungen abgesehen. Der innere Hohlkörper besteht aus 30 Schichten gufseisernen in gleichem Verbande zusammengesetzten Platten, die bezüglich ihrer Höhe so bemessen sind, dafs jede zweite wagerechte Lagerfuge mit Rücksicht auf die Anbringung der gufseisernen Flure mit einer solchen der äufseren Thurmwand übereinstimmt.

Die Platten der Aufsenwand sind an der inneren, die der Innenwand an der äufseren Seite mit vorstehenden Rändern oder Flanschen von 60 mm Breite und 20 mm Stärke versehen, mit Ausnahme der die Flure tragenden 70 mm breiten Flansche und des Unterrandes der untersten Platten, welcher 90 mm breit und 30 mm stark ist (Abb. 12 und 13). Die Flansche stehen 4 mm von den Aufsenrändern der Platten ab und lassen somit zwischen sich eine 8 mm breite Fuge, welche mit Eisenkitt verstrichen ist. Wie aus Abb. 12, 8 u. 9, welche letztere beiden die Eingänge in den Thurm sowohl als auch in den Binnenraum darstellen, ersichtlich, sind die untersten wagerechten Flansche durch angegossene 20 mm starke und 200 mm hohe Rippen verstärkt, welche in 300 mm Abstand voneinander angeordnet sind. Die wagerechten Flansche der Innen- und Aufsenplatten, mit Ausnahme der die Flure tragenden unteren Flansche, sind bis zum neunten Flur durch 20 mm starke, 150 mm hohe und 400 mm voneinander entfernte Rippen verstärkt. Die einzelnen Platten sind unter sich an jedem Rande durch 19 mm starke und ungefähr 180 mm voneinander entfernte schmiedeeiserne Schraubenbolzen verbunden. Von den Ecken sind diese Bolzen überall 70 mm entfernt.

Die Sockelquader der Aufsenwand sind nach innen auf 230 mm Breite um 50 mm vertieft (Abb. 12) und die Fufsplatten der Aufsen- und Innenwand mit den Sockelsteinen durch 26 mm starke, in Blei vergossene schmiedeeiserne Schraubenbolzen verbunden, welche nach unten hin sich bis auf 40 mm Durchmesser erweitern und in 300 mm Abstand voneinander angeordnet sind.

Die oberste Schicht der Thurmwand (Abb. 3, 6 u. 7) ist oben nach aufsen sechzehnkantig und nach innen kreisrund. Die dieselbe bildenden Platten sind in ihrer wagerechten Oberfläche mit einem äufseren und inneren 15 mm tiefen kreisförmigen Falz versehen; im ersteren finden die Bodenplatten des Umganges um die Laterne und im letzteren die inneren Flurplatten ihr Auflager.

Der Querverband wird durch die wagerechten Flure 1, 2, 3 usw. bewirkt. Wie die einzelnen Querschnitte zeigen, wird jeder Flur aus einer gewissen Anzahl 15 mm starker gufseiserner geriffelten Platten gebildet, deren Unterflächen ringsum von lothrechten, 60 mm hohen und 16 mm starken Stegen besäumt sind. Die Art der Verbindung der Flurplatten mit den Thurmwandungen sowohl als auch unter sich ist durch Einzeldarstellungen in Abb. 4, 5, 13 und 14 erläutert, wozu hier noch bemerkt werden möge, dafs die Stege zur Verbindung der Platten untereinander um 3 mm von den Aufsenkanten abstehen, sodafs sie zwischen sich eine 6 mm starke verkittete Fuge belassen. Die Flurplatten sind an ihrer Unterfläche mit 20 mal 20 mm starken Verstärkungsrippen versehen und unter sich durch 16 mm starke schmiedeeiserne Schraubenbolzen in 180 mm gegenseitigem Abstande verbunden. Die Verbindung mit der äufseren und inneren Thurmwand wird durch die bereits erwähnten Schraubenbolzen der Wandplatten bewirkt, auf deren wagerechten Flanschen die Flurplatten aufliegen.

Zur Unterstützung des optischen Apparates sind nach Abb. 6 und 7 unter dem obersten Flur zwei TEisen von den aus der Zeichnung ersichtlichen Abmessungen angebracht, welche an ihren Enden mittels je zweier angenieteten 10 mm starken Flacheisen mit der Thurmwand durch Schraubenbolzen verbunden sind. Die über den TEisen liegenden Flurplatten sind auf jenen durch versenkte Schraubenbolzen befestigt. Die mittleren Platten der drei obersten Flure haben in der Mitte eine kreisrunde 300 mm i. l. weite Oeffnung zum Durchlassen des Lampengewichts.

Die Treppenöffnungen in den beiden obersten Fluren sind durch schmiedeeiserne, 3 mm starke und durch Winkeleisen ausgesteifte Luken, welche gegen die Aufsenwand aufschlagen, abgedeckt. Auf Flur 15 ist der hohle Binnenkörper durch ein 0,80 m hohes schmiedeeisernes Geländer abgeschlossen.

Dicht über jedem Flur sind an der Aufsenwand 16 Stück lothrechte Ringe (Abb. 12) angebracht, welche zur Besteigung der Aufsenwand benutzt werden. In jedem Stockwerke befinden sich zwei 0,70 × 1,40 m im lichten grofse Aufsenfenster, welche um eine wagerechte Mittelachse aufschlagen können. Der hohle Binnenkörper wird durch acht 0,50 × 0,75 m im lichten grofse Fenster erleuchtet.

Zu der Laterne führen gufseiserne Treppen mit zusammen 266 Stufen, deren Steigung im Durchschnitt etwa 21 cm beträgt. Die Auftritte sind am äufseren Umfange 19 cm breit. Die Breite der Treppen nimmt von 0,76 m unten auf 0,60 m oben ab.

Der Umgang um die Laterne ruht auf 16 an jeder Ecke angebrachten gufseisernen Kragstützen (Abb. 1, 2 u. 3). Dieselben haben je sechs angegossene Ohren, durch welche sie mit 19 mm starken Schraubenbolzen mit der Thurmwand verbunden sind. Die runden 60 mm starken gufseisernen Geländerstäbe sind nach Abb. 15 mit jeder Kragstütze verbolzt. An sie ist ein 140 × 16 mm starkes, nach der Kreisform gebogenes Flacheisen genietet, welches als Plinthe dient. Mit letzterem ist ein Winkeleisen von 60 × 60 × 8 mm vernietet, auf dessen wagerechtem Schenkel die 15 mm starken geriffelten gufseisernen Bodenplatten mittels 13 mm starker Schraubenbolzen befestigt sind. Zum Ablaufen des Regenwassers sind die Bodenplatten mit Löchern versehen. Die Breite des Umganges beträgt 0,75 m. Auf diesem ist ein eiserner Wasserbehälter, 1,50 m lang, 1,0 m hoch und 0,50 m breit, aufgestellt.

Für den Leuchtthurmwärter ist auf Flur 16 eine Wärterstube durch Bretterwände abgetheilt. Die Wärter wohnen jedoch nicht in dem Thurme, sondern in einer etwa 400 m von diesem entfernt liegenden besonderen Dienstwohnung.

Auf dem untersten Flur befindet sich ein 0,40 m hohes schmiedeeisernes Gestell zur Aufnahme der Petroleumbehälter.

Es verdient noch besonders bemerkt zu werden, dafs man dem Thurme keinen kreisförmigen, dem Winde geringeren Widerstand bietenden Querschnitt gegeben hat, zumal die beiden ein Jahr später erbauten, aber nur 38,0 m bezw. 33,0 m hohen gufseisernen Leuchtthürme an der Einfahrt des Ymuidener Hafens einen kreisrunden Querschnitt erhalten haben. Der eingangs erwähnte Umstand, dafs die jüngst für das Ausland angefertigten Thürme wiederum den vieleckigen Querschnitt zeigen, berechtigt zu dem Schlusse, dafs mit der Herstellung und Anwendung von ebenflächigen Platten kleine, aber ausschlaggebende Bequemlichkeiten verbunden sind.

5. Bauzeit und Kosten.

Der Thurm ist 1876 von der Firma Penn en Bauduin in Dordrecht erbaut worden. Nach den Vertragsbestimmungen mufste der Unternehmer den eisernen Aufbau innerhalb sechs Monate so aufgestellt haben, dafs die Laterne aufgebracht wer-

den konnte, und nach weiteren drei Monaten mufste der Thurm gänzlich vollendet sein.

Die Baukosten haben betragen: für den Grundbau 17000 ℳ, für den gufseisernen Aufbau 119000 ℳ, für den dioptrischen Leuchtapparat erster Ordnung für festes weifses Feuer 61200 ℳ, zusammen 197200 ℳ.

Bezüglich dieser Kosten ist noch zu bemerken, dafs der ganz gleiche Aufbau der in jüngster Zeit von der holländischen Regierung für Indien bestellten und in Holland angefertigten Thürme für 93500 ℳ beschafft worden ist.

Braunschweig, im Februar 1889. Engels.

Aufbewahrung des Petroleums für die Befeuerung der preufsischen Leuchtthürme.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 49 im Atlas.)

Von den vielen verschiedenartigen Hülfsmitteln zur Sicherung der Küstenschiffahrt fällt unseren Leuchtthürmen die Hauptrolle zu. Bekanntlich sind diese dergestalt an der Küste vertheilt, dafs ein Schiffer, der sich bei eintretender Dunkelheit dem Lande nähert, stets in den Leuchtkreis eines Küstenfeuers geräth und so in die Lage versetzt wird, sich im Dunkeln über die Gegend, in der er sich befindet, Klarheit zu verschaffen. Dafs diese werthvolle Einrichtung einen grofsen Aufwand an Beleuchtungsgegenständen erfordert, liegt auf der Hand; auch müssen alle Einrichtungen so beschaffen sein, dafs ein Versagen derselben thunlichst aufser aller Möglichkeit liegt, da sonst der Seemann rathlos allen Gefahren der Küstenfahrt ausgesetzt ist. Darum hat die Staatsbauverwaltung es sich unablässig angelegen sein lassen, diesem Verwaltungszweige die gröfste Aufmerksamkeit zu widmen und keine Kosten gescheut, die Schiffahrtszeichen in stetem gesicherten Betriebe zu erhalten. Da das elektrische Licht noch wenig Anwendung gefunden hat, so handelt es sich hierbei aufser der Beschaffung guter Spiegelapparate vor allen Dingen um die sorgfältige Unterhaltung der erforderlichen Lampenvorrichtungen, sowie hauptsächlich um die Beschaffung guten Brennöls und dessen gute Aufbewahrung in genügender Menge, damit niemals Mangel an dem Nothwendigsten eintreten kann. Bei dem bedeutenden Verbrauch an Brennöl konnte es nicht ausbleiben, dafs das seinerzeit so plötzlich in grofsen Massen auftretende Petroleum, welches wegen seiner geringen Gewinnungskosten in kurzer Zeit alle bisherigen Brennöle für den häuslichen Gebrauch verdrängte, auch für die im Schiffahrtsinteresse errichteten Beleuchtungsanlagen nicht nur aus Sparsamkeit, sondern auch wegen seiner sehr erheblich gröfseren Helligkeit angewandt wurde und heute fast ausnahmslos bei unseren Küstenfeuern Verwendung findet. Mit der allgemein üblichen Versendungsweise in Holzfässern ergaben sich jedoch bald für die meistens längere Zeit andauernde Lagerung dieses dünnflüssigen Oeles Uebelstände, welche geeignete Oelbottiche und kühle Aufbewahrungsräume erforderlich machten, um den Verlusten durch Lecken der Fässer, Verdunsten des Oels in heifsen Räumen und durch Verschütten beim Entnehmen aus den Fässern möglichst vorzubeugen. Bei diesem Bestreben sind die verschiedenartigsten Anlagen entstanden, deren Herstellungsweise zu bemerkenswerthen Ergebnissen geführt hat, weshalb dieselben nach den amtlichen Berichten in Kürze hier mitgetheilt werden sollen.

Die Oelbottiche oder Tanks werden durchgängig aus Eisenblech hergestellt und erhalten cylindrische Form mit oberem Deckel und unterer Bodenplatte. Die Gröfse und Anzahl derselben sind gewöhnlich entsprechend dem Jahresbedarf gewählt und es kommen solche bis zu 2100 Liter Inhalt vor. Für die einzelnen Theile derselben ergaben sich entsprechend der verschiedenartigen Inanspruchnahme besondere Blechstärken, die bei den gröfseren Behältern für die Mäntel der Cylinder 4 bis 5 mm, für die Deckel 3 bis 4,5 mm und für die Bodenplatten 5,5 bis 6 mm betragen, wenn die Mantelhöhe 1,0 bis 1,9 m und die Durchmesser der Deckel und Böden 1,0 bis 1,2 m grofs gewählt werden. Für die kleineren Behälter von 100 bis 250 Liter Inhalt genügen geringere Blechstärken, die jedoch mit Rücksicht auf die Herstellung und Dauerhaftigkeit nicht erheblich von den vorstehend angeführten abweichen dürfen. Das Hauptgewicht bei diesen Gefäfsen ist auf die Dichtung der Fugen zu legen, und es sind hierbei verschiedene Ausführungsweisen angewandt:

1. einfache Wandung mit doppelter Nietung;
2. dieselbe Anordnung mit Verstemmen der Fugen;
3. einfache Wandung, deren Fugen durch Hartlöthung gedichtet sind;
4. doppelte Wandung mit Wasserfüllung und einfache Nietung mit Verstemmen oder Verlöthen der Fugen.

Von diesen verschiedenartigen Anordnungen scheint die unter 3 genannte die dauerhafteste, aber auch die theuerste zu sein, doch hat die unter 2 genannte, wesentlich billiger auszuführende Herstellungsweise sich ebenfalls bewährt. Letztere ist neuerdings von A. Wernicke in Halle in dem alten Thurm bei Rixhöft aufgestellt worden, während erstere durch C. Heckmann in Berlin vor Jahren auf der Insel Borkum sowie bei den Feuern der pommerschen und westpreufsischen Küste in Darsserort, Arcona, Greifswalder Oie, Grofs-Horst und im neuen Thurm von Rixhöft mit Erfolg ausgeführt worden ist. Gegen die Behälter mit doppelten Wänden dürfte das Bedenken zu erheben sein, dafs bei starker Kälte das Wasser abgelassen werden mufs und der noch sehr fragliche Werth der Wasserfüllung dann ganz verloren geht. Dazu kommt, dafs sie sich für gröfsere Abmessungen wesentlich theuerer stellen.

Zur bequemeren Bedienung und um eine sichere Aufsicht ausüben zu können, sind die Oelbottiche mit dem erforderlichen Zubehör ausgerüstet — vergl. die Abb. 1—5 auf Blatt 49 — und zwar mit:

1. einem Mannloch im Deckel zum Reinigen derselben;
2. einer Füllschraube oder einem Hahn, welche entweder im Deckel oder unmittelbar unter demselben im Cylindermantel zum Befestigen des Schlauches beim Füllen der Behälter angebracht sind;
3. einem Lufthahn auf dem Deckel für das Zu- und Abfüllen des Petroleums;
4. einem Ablafshahn, der entweder im Mantel unmittelbar über dem Boden oder an einem Rohre, welches vom Boden aus-

geht, angebracht ist. Erstere Anordnung dürfte wegen der bequemeren Beaufsichtigung den Vorzug verdienen;

5. einem Oelstandglas, auf dessen Eintheilung die im Bottich vorhandenen Mengen abgelesen werden können. Das Glas sitzt in zwei Messingstutzen mit je einem Verschlufshahn, von denen der untere noch mit einem Reinigungshahn für das Oelglas versehen ist. Zum Schutz der Glasröhre empfiehlt es sich, dieselbe mit zwei dünnen segmentförmigen Schutzblechen zu umgeben, die durch Klemmschrauben zusammengehalten werden, wie dies in Funkenhagen und Nidden geschehen ist.

In Jershöft wird das Oel noch in korbumflochtenen Glasballons aufbewahrt, die jedoch ihrer Zerbrechlichkeit wegen sich nicht empfehlen. Die Abb. 6a bis 6d zeigen den dort aufgestellten eisernen Ständer mit drehbarem Korb, in welchen ein Glasballon eingesetzt wird, um beim Ausgiefsen des Oels den Ballon leichter kippen zu können und so Oelverlusten beim Abfüllen vorzubeugen.

Die Aufstellung der Behälter in den Aufbewahrungsräumen erfolgt meistens auf besonderen Unterlagen, die entweder durch Holzschwellen hergestellt oder als gufseiserne Fufsgestelle ausgebildet worden sind. Um die Gefäfse bequem auf ihre Dichtigkeit prüfen und das Oel leicht entnehmen zu können, ist es immer von Vortheil, dieselben in nicht zu geringer Höhe über dem Fufsboden aufzustellen, da nur bei genügender Zugänglichkeit eine stete Ueberwachung der Gefäfse und ein sorgfältiges Abfüllen des Oels durch die Beamten erwartet werden kann.

Die für die kühle Aufstellung der Bottiche verwendeten Räume sind mit Rücksicht auf die obwaltenden Umstände für die einzelnen Leuchtfeuer sehr verschiedenartig angelegt. Der alles durchdringende Geruch des Petroleums verlangt, dafs die Wohnung der Beamten nicht mit dem Aufbewahrungsraum des Petroleums in Verbindung steht, um so den Petroleumgeruch von der Wohnung möglichst abzuhalten. Aus diesem Grunde sind vielfach besondere Keller angelegt, die durch ihre Entfernung von den Wohnungen den beabsichtigten Zweck vollkommen erfüllen. In den Abb. 7 bis 11 sind derartige Anlagen dargestellt. Dieselben sind in den Boden eingegraben und entweder ganz vom Erdreich umgeben, wie bei Arcona und Nidden, oder die Dächer liegen frei über der Erdoberfläche wie bei Borkum, Norderney und Darsserort. Dementsprechend sind die Räume massiv aus Ziegelmauerwerk hergestellt und theils gewölbt, theils mit Holzcementdach abgedeckt. Um die Behälter leichter füllen zu können, ohne dafs die Petroleumfässer in den Raum gebracht werden müssen, erhalten diese Räume zum Einführen eines Schlauches eine obere Oeffnung, die auch zur Lüftung des Kellers benutzt werden kann; hierfür werden jedoch auch besondere Schächte angelegt, wie aus den Anlagen für Scholpin — Abb. 11 — hervorgeht. Auch eignen sich diese Oeffnungen zum Erleuchten der Keller, wie dies bei der Ausführung von Amrum geschehen ist. Die Anlage für Scholpin zeigt aufserdem die unmittelbare Verbindung des Kellers mit dem Leuchtthurm, wie solche auch mehrfach zur Ausführung gekommen ist.

Seit der Herstellung dieser Anlagen haben sich nun die Verluste an Oel derart verringert, dafs sie kaum noch mefsbar sind; durch die aufgewendeten, immerhin erheblichen Kosten ist somit das angestrebte Ziel erreicht worden. Zum Vergleich mit den früher stattgehabten Verhältnissen, als das Oel in Fässern aufbewahrt wurde, mögen die nachstehenden Angaben einigen Anhalt bieten. Es wurden früher Oelverluste beobachtet:

1. in Norderney bei guten Fässern durch Einziehen des Oels in die Fässer etwa 0,4 %; durch Verdunsten und Tröpfeln beim Abfüllen etwa 0,7 %. Bei weniger guten Fässern kamen selbst bis zu 270 kg Gesamtverluste auf 5003 kg Jahreslieferung vor, also etwa 5,4 %;

2. auf Amrum während $4^3/_4$ Monate bis 2,5 % Verlust;

3. bei den kleineren Leuchtfeuern auf Fehmarn und in Holstein bei Westermarkelsdorf, Marienleuchte, Struckamphuk sowie in Dahmeshöft, im Kreise Oldenburg daselbst, bei langer Aufbewahrung der Fässer etwa 5 bis 10 % Jahresverlust;

4. in Darsserort etwa 13,7 % Jahresverlust bei 3400 kg Gesamtmenge;

5. in Arcona bei gleicher Menge 10,6 %;

6. auf Greifswalder Oie bei 2400 kg Jahresverbrauch etwa 8,3 %;

7. in Nidden während 4,6 Jahre bei 171 Fässern Gesamtmenge etwa 21 Fässer Verlust, oder 12 % des Verbrauchs.

In der nachstehenden Zusammenstellung sind die einzelnen Ausführungsweisen unter Angabe der **Herstellungskosten**

Lfd. Nr.	Aufstellungsort	Anfertiger der Behälter	Zahl der Tanks	Gesamtkosten ℳ	Gesamtinhalt Liter	Kosten f. d. Liter	Jahresverlust in Procenten früher	jetzt	Ausführungsweise	Aufstellungsjahr
1	Borkum	C. Heckmann, Berlin	5	2457,50	5809	0,424	unbekannt	0,4	einwandig mit Hartlothdichtung	1879
2	Amrum	Hansawerft, Rostock	7	3234	3920	0,825	desgl.	—	doppelwandig mit Wasserfüllung, genietet, Nähte verstemmt	1874
3	Rothenkliff	Lüneburger Eisenwerk	4	1100	2120	0,519	—	—	desgl.	1881
4	Ellenbogen	dasselbe	2	550	1060	0,519	—	—	desgl.	1881
5	Flügge	Michelsen, Burg a. Fehmarn	2	70	200	0,350	—	—	einfaches Weifsblech, Nähte gelöthet	1872
6	daselbst	derselbe	1	45	220	0,205	—	—	desgl.	1872
7	Marienleuchte	Klose, Görlitz	2	589	1140	0,517	—	—	doppelwandig mit Wasserfüllung, genietet	1878
8	Struckamphuk	Michelsen, Burg a. Fehmarn	1	180	64	0,360	—	—	„ „ gelöthet	1883
9	Dameshöft	Mannitz, Neustadt	5	210	900	0,233	—	—	desgl.	1885
10	Darsserort	C. Heckmann, Berlin	2	1200	2320	0,517	13,7	—	einwandig mit Hartlothdichtung	1883
11	Arcona	derselbe	2	1200	2320	0,517	10,6	—	desgl.	1884
12	Greifsw. Oie	derselbe	2	1200	2320	0,517	8,3	—	desgl.	1885
13	Funkenhagen	Fuchs, Posen	4	1968	4640	0,424	unbek.	—	einwandig, 10 mm Blech, genietet	1878
14	Scholpin	derselbe	4	1968	4640	0,424	10,6	—	desgl.	1878
15	Rixhöft	C. Heckmann, Berlin	4	3160	8500	0,372	7	1,01	einwandig mit Hartlothdichtung	1885
16	daselbst	A. Wernicke, Halle	4	1840	8500	0,216	7	0,45	einwandig, Doppelnietung, Nähte verstemmt	1885
17	Nidden	Hansawerft, Rostock	7	4200	4375	0,960	12	—	doppelwandig, Wasserfüllung, genietet, Nähte verstemmt	1879

der Oelbehälter einschliefslich Zubehör von Hähnen, Oelgläsern, Röhren und Schläuchen aufgeführt und vergleichsweise einige Angaben über frühere und jetzige Verluste nebeneinandergestellt.

Was nun die Kosten für die Aufbewahrungsräume anbelangt, so lassen sich diese nicht so unmittelbar in derselben Weise vergleichen, da die Verhältnisse, unter denen sie sich ergaben, doch zu verschiedener Art waren, als dafs durch eine Vergleichung der Kosten brauchbare Schlüsse für spätere Ausführungen gezogen werden könnten. Deshalb sind nachstehend nur die Kosten der als besondere Bauten aufgeführten Kellerräume als Beleg für das Gesagte zusammengestellt.

Lfd. Nr.	Ort	Rauminhalt in qm	Rauminhalt in cbm	Gesamtkosten ℳ	Kosten für qm ℳ	Kosten für cbm ℳ	Ausführungsweise	Ausführungsjahr
1	Borkum	30	86	5856	195,2	68,1	massiv gewölbter Keller	1879
2	Norderney	17,5	57	8460	483,4	148,4	desgl.	1874
3	Rothenkliff	14,5	43,5	1058	73	24,3	massives Gebäude mit Pappdach	1881
4	Ellenbogen	4,3	10,3	564	131,2	54,7	desgl.	1881
5	Darsserort	17	50,9	1572	85	30,9	massiver Keller mit Holzcementdach	1883
6	Arcona	16,3	49,3	2090	128,2	42,4	massiver Keller, gewölbt	1884

Wenn somit aus den vorstehenden Angaben bestimmte Schlüsse über die Kosten derartiger Bauten sich nicht ziehen lassen, so zeigen dieselben doch, dafs es rathsamer ist, die Räume nicht zu klein zu wählen, da sich dann die Kosten für die Einheit verhältnifsmäfsig hoch stellen. Dagegen dürfte für die Oelbehälter, wenn man von der kleinen Anlage bei Flügge absieht, sich die Ausführungsweise von A. Wernicke in Halle mit doppelter Nietung und verstemmten Nähten empfehlen, weil diese der Kosten wegen bei gleicher Dichtigkeit und Haltbarkeit den Vorzug vor den übrigen Ausführungsweisen verdient.

Die Fahrzeuge für Güterbeförderung auf dem Rheinstrom,

insbesondere

Die neueren Schleppdampfer und Schleppkähne.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 50 und 51 im Atlas.)

Die Beförderung der Güter auf dem Rhein geschieht im wesentlichen durch Tauer (Seildampfer) mit Anhangschiffen, durch Frachtdampfer und durch freifahrende Schleppdampfer mit Anhangschiffen.

Die hervorragendste Stelle im Verkehrswesen auf dem Rheinstrom ist den gröfseren Schleppdampfern zugetheilt, welche vorwiegend Kohlen von den Hauptstapelplätzen Ruhrort und Duisburg in eisernen bezw. stählernen, und theilweise auch noch hölzernen Kähnen nach dem Oberrhein schleppen, während den Seildampfern und Güterbooten nach Lage der obwaltenden Verhältnisse nur eine ergänzende Theilnahme und unter normalen Wasserstandsverhältnissen nebensächliche Bedeutung im grofsen Güterverkehr auf dem Rheine zufällt. Es soll deshalb hier im folgenden eingehender der Bau und Betrieb der neuesten freifahrenden Schleppdampfer nebst Schleppkähnen behandelt werden, diesem jedoch eine kürzere Schilderung je eines der modernen Seilschiffe sowie der Fracht- oder Güterboote vorangehen.

a) Tauer.

Die Seilschiffahrt wurde auf dem Rhein anfangs der siebziger Jahre eingeführt, indem man zuerst die Strecke Emmerich-Bingen mit dem „Tau" (Drahtseil) belegte. Es fand sich aber bald, dafs auf dem unteren Theil des Rheinstromes die Einwirkung des auf dem Strombett lagernden feinen Sandes auf das Tau und auf das dasselbe aufnehmende Rädersystem des Tauers eine höchst kostspielige Instandhaltung im Gefolge hatte, und nur auf der gebirgigen Strecke des Rheins von Bonn bis Bingen die Seilschiffahrt ertragsfähig sein konnte. Dieser Theil des Rheinlaufes wird denn auch von acht Tauern mit Vortheil befahren. Die Fortbewegung der Seilschiffe an dem Tau geschieht mittels eines seitlichen, an dem Tauer befindlichen Rädersystems, welches durch eine liegende Hochdruckmaschine betrieben wird. Zum selbständigen Fahren ohne Seil sind die Tauer aufserdem mit einer stehenden (Zwillings-) Maschine versehen, welche nach dem Hammersystem gebaut ist und zwei Schrauben von 1,0 bis 1,2 m Durchmesser treibt. „Tauer Nr. VI" z. B. ist über Deck gemessen 45,7 m lang, über dem Hauptspant 7,5 m breit und der Tiefgang mit 30 Tonnen Kohlen an Bord beträgt vorn 1,25 m, hinten 1,4 m. Dieser Tauer schleppt bei einer Kraftentwicklung der Maschine von 180 indicirten Pferdestärken 2000 Tonnen in vier eisernen Kähnen mit einer Geschwindigkeit von 4,8 km in der Stunde und verbraucht hierbei 275 kg Kohlen in der Fahrstunde.

Auf S. 403 ist eine vergleichende Uebersicht über die Leistungen eines Seilschiffes und eines Radschleppers gegeben, welche seiner Zeit durch Professor Teichmann in Stuttgart festgestellt wurde.

Vom Standpunkte der Erträgnisse aus betrachtet, werden die aus der Tabelle ersichtlichen Betriebsvortheile der Tauer den freifahrenden Schleppdampfern gegenüber zum grofsen Theil durch die bedeutenden Anlage- und Unterhaltungskosten des Drahtseils wieder aufgehoben. Immerhin bleibt der Seilschiffahrtsbetrieb auf der Strecke Bonn-Bingen, besonders bei niedrigen Wasserständen, den anderen Beförderungsmitteln gegenüber noch fähig zum Wettbewerb.

Die Besatzung eines Seilschiffes zählt 10 Mann.

Name des Schiffes	„Köln I“	„Tauer III“	
Fahrstrecke	Hochfeld-Köln	Hochfeld-Düsseldorf	
Geschleppter Anhang: hölzerne Nachen	4	5	
Geschleppter Anhang: eiserne Kähne	1	—	
Geschleppter Anhang: Ladefähigkeit	25170	26445	Centner
Geschleppter Anhang: Ladung	25170	25723	Centner
Länge der Strecke	82,9	22,3	Kilometer
Gesamte Fahrzeit	18^{28}	4^{29}	Stunden u. Minuten
Aufenthalt	24	—	Minuten
Reine Fahrzeit	18^{4}	4^{29}	Stunden u. Minuten
Fahrgeschwindigkeit	1,248	1,378	Meter in 1 Secunde
Fahrgeschwindigkeit	4,493	4,96	Kilometer in 1 St.
Indicirte Leistung der Maschine	803	145	Pferdekr.
Kohlenverbrauch in d. Fahrstunde	932	206,5	Kilogr.
Kohlenverbrauch in d. Stunde für d. indic. Pferdekraft	1,142	1,42	Kilogr.
Auf einer genau gemessenen Strecke von	82570	26870	Meter
betrug der Weg des Schaufel- oder Seilmittels	381653	27299	Meter
Verhältnifs beider Wege	4,62	1,01	
Wasserstand des Rheins (Köln. Pegel)	3,24	1,78	Meter
Stromgeschwindigkeit	1,65	1,4	Meter in 1 Secunde
Geschwindigkeit gegen Wasser	2,89	2,77	Meter in 1 Secunde
Widerstand des Schleppzugs gegen den Strom	7309	5528	Kilogr.

b) Frachtdampfer.

Die Fracht- oder Güter-Dampfboote dienen zur Verschiffung von Eilgut und sind in Berücksichtigung hierauf zur Erzielung einer verhältnifsmäfsig gröfseren Fahrgeschwindigkeit als bei den Schleppzügen entsprechend scharf gebaut. Es seien hier nachstehend die bemerkenswerthesten Angaben über den ersten der drei Rhein-See-Dampfer gegeben, welche „die Rhein- und See-Dampfschiffahrtsgesellschaft“ in Köln für einen regelmäfsigen Eilgüterverkehr zwischen London-Köln erbauen liefs, und welcher im März 1885 in Dienst gestellt wurde. „Industrie I“, von L. Smits & Zoon in Kynderdyk bei Rotterdam gebaut, ist 61 m lang, 8,7 m breit und 5,81 m hoch; das Boot hat einen Tiefgang von 2,51 m auf dem Rhein, bei einer Ladung von 500 Tonnen. Auf See kann der Tiefgang bei derselben Ladung durch 250 Tonnen Wasserballast auf 3,45 m gebracht werden. Die Maschinen sind nach dem Verbund- (Compound-) System gebaut, arbeiten mit 5,5 Atmosphären Kesseldruck, und treiben zwei Schrauben von 2,2 m Durchmesser. Bei der ersten Probefahrt von Rotterdam aus in See machten die Schrauben 124 Min.-Umdrehungen; die Maschinen indicirten 432 Pferdestärken. Die Schnelligkeit des Schiffes betrug 10 Knoten = 18,5 km stündlich, bei einem Tiefgang von 1,26 m vorn, 2,2 m hinten, und bei einer Ladung von 70 Tonnen Kohlen und 30 Tonnen Wasserballast. Auf dem Rhein wurde mit 320 Tonnen Ladung eine Schnelligkeit von 9 km in der Stunde bergwärts erzielt. Der Kölner Pegelstand betrug z. Z. 3,37 m. Nachdem die Betriebsergebnisse dieses Rhein-See-Dampfers zufriedenstellend ausgefallen waren, wurden noch zwei solcher Boote gebaut. Die Besatzung derselben besteht aus je 13 Mann.

Aufser den eben beschriebenen Rhein-See-Frachtdampfern vermitteln noch eine Anzahl „Güterdampfboote“, welche theilweise auch zugleich schleppen, den Verkehr zwischen Rotterdam-Mannheim und zwischenliegenden Plätzen. Die neueren und gröfseren derselben sind Raddampfer.

Einer der neuesten ist „Gienanth“ für die Bayerisch-Pfälzische Schleppdampfschiffahrts-Gesellschaft in Ludwigshafen, im Jahre 1885 in Dienst gestellt. Derselbe hat eine Länge zwischen den Senkrechten von 74 m, eine Breite über dem Hauptspant von 8,0 m. Die ganze Breite mit Radkasten beträgt 15,2 m, der Tiefgang mit 10 Tonnen Kohlen und 20 Tonnen Ladung 1,37 m, der Völligkeitscoefficient bei diesem Tiefgang ist 0,70. Die Schaufelräder haben 4,25 m äufseren Durchmesser und je zehn Schaufeln von 2,8 m Länge und 0,65 m Breite aus 13 mm starkem Stahlblech. Die Verbundmaschinen arbeiten mit einem Kesseldruck von 7 Atmosphären, und indiciren 600 bis 650 Pferdestärken. Die durchschnittliche Fahrgeschwindigkeit des Bootes beträgt zu Berg ohne Anhang mit 200 Tonnen eigener Ladung in der Stunde 12 bis 13 km, mit derselben Ladung und noch 900 Tonnen als Schlepplast in zwei eisernen Kähnen 5 km in der Stunde (bei normalem Wasserstande).

c) Schleppdampfer.

Der Hauptschleppbetrieb auf dem Rheinstrom fällt, wie schon im Anfange erwähnt, den Seitenrad- und Schrauben-Schleppdampfern — ersteren durch die Unbeständigkeit der Wasserstandsverhältnisse bedingt — in bedeutenderem Mafse zu. Wäre stets eine für gröfsere Schraubenschlepper hinreichende Wassertiefe von 2,5 bis 3,0 m vorhanden, so würden sicher nur Schraubenboote als Beförderungsmittel zur Verwendung gelangen, weil, gleiche Verhältnisse vorausgesetzt, die Anschaffungs- und Betriebskosten derselben sich wesentlich (etwa 20 pCt.) niedriger stellen, als diejenigen der Radboote, und die Fortbewegung des eigenen kleineren und schärfer gebauten Schiffskörpers bei gleicher Fahrgeschwindigkeit weniger von der eigenen Maschinenleistung beansprucht, als die eines flachgehenden gleich starken Radbootes. Um nun die Schraubenschleppboote soviel als möglich vortheilhaft auszunutzen, verwendet man dieselben bei niedrigen Wasserständen meist nur bis St. Goar oder Oberwesel, und läfst die Schleppzüge dann zur weiteren Fahrt nach dem Ober-Rhein von flachgehenden Radbooten übernehmen.

1. Schraubenschleppboote.

Die ersten gröfseren Schraubenschleppboote wurden im Jahre 1880 in den Rheinschleppbetrieb eingereiht. Vor dieser Zeit fanden im freifahrenden Schleppen fast ausschliefslich Radboote Verwendung. Im Anfang baute man die Boote für Schrauben von etwa 1,6 bis 1,8 m Durchmesser, welche von Maschinen mit 300 bis 400 indic. Pferdestärken betrieben wurden. Die Boote hatten Abmessungen von 30 bis 36 m in der Länge, waren 5 bis 6 m breit und hatten einen Tiefgang von 1,8 bis 2,0 m. Um die Kraftleistung der Schraubenboote zu erhöhen, baute man dann allmählich die Fahrzeuge gröfser, damit dieselben mit stärkeren Maschinen und mit Schrauben von gröfserem Durchmesser ausgerüstet werden konnten.

Das z. Z. auf dem Rhein fahrende gröfste und stärkste Schraubenschleppboot „Franz Haniel III“, von der Gutehoffnungshütte in Sterkrade (Rheinland) im Jahre 1884 erbaut, ist 43 m lang, 7,5 m breit und 3,25 m hoch; der Tiefgang beträgt fahrbereit mit gefüllten Wasserkasten und 80 Tonnen Kohlen an Bord 2,5 m, ohne Wasser in den Kasten 1,9 m. Das Boot

ist ganz aus basischem Siemens-Martin-Stahl gebaut. Als Abnahmeprobe der Schiffsbleche wurde eine Zerreifsfestigkeit von 36 bis 40 kg f. d. qmm und eine Dehnung von 20 bis 25 pCt. vorgeschrieben, welche Bedingungen bei der Ausführung erfüllt und theilweise noch übertroffen wurden. Die Boden- und Kimmbleche sind 7 mm, die Seitenbleche 6 mm und der obere Plattengang 10 mm stark; nach vorn und hinten zu nehmen die Bleche nach Vorschrift ab. Die Spanten sind aus Winkelstahl von 80 × 50 × 7 mm hergestellt und in Entfernungen von 500 mm, im Maschinen- und Kesselraum mit Gegenspanten, angeordnet; Vordersteven aus Flacheisen von 100 × 36 mm, Bodenstücke im Maschinen- und Kesselraum, an jedem Spant, in den übrigen Räumen an jedem zweiten Spant 600 bezw. 400 mm hoch und 9 mm stark. Das Längsfundament in der Mitte des Schiffes, durchlaufend, ist aus Flacheisen von 470 × 8 mm, das Schandeck von 480 × 9 mm, das Deck aus Riffelblech von 6 mm Stärke. Das Schraubenboot wird durch sieben Schottwände von 6 mm Stärke in acht wasserdichte Abtheilungen zerlegt, welche einzeln im Havariefalle durch Dampfstrahlapparate möglichst schnell von eingedrungenem Leckwasser entleert werden können.

Auf Deck befinden sich, mittschiffs und seitlich angebracht, je drei schmiedeeiserne Schleppboller, zwei Bügel zur Führung der Schlepptrossen, die Mannschaftsküchen, eine Ankerwinde mit doppeltem Vorgelege, und auf der Commandobrücke die Steuerwinde mit wagerecht liegendem Haspelrad. Unter Deck ist vorn ein Kettenraum angeordnet; dann folgen der vordere Kohlenbehälter, die Wohnräume für den Schiffsführer nebst Küche, der Kessel-, hintere Kohlen- und der Maschinenraum; dahinter befinden sich die Wohnungen der Maschinisten, Steuerleute, Matrosen und Heizer.

Die Maschinen, nach dem Verbundsystem gebaut, machen 140 Min.-Umdrehungen und haben je zwei Cylinder von 480 und 820 mm Durchmesser. Der Kolbenhub beträgt 500 mm, die Steuerung ist nach Klug's Patent angeordnet. Kurbel-, Transmissions- und Schraubenachsen sind aus besten Hammereisen angefertigt. Die beiden Schiffsschrauben haben 2200 mm Durchmesser und 3000 m mittlere Steigung. Zwei Doppelkessel von 2800 mm Durchmesser, 5500 mm Länge, 300 qm Gesamtheizfläche und auf 8 Atmosphären Ueberdruck construirt, liefern den nöthigen Dampf.

Dieser Doppelschraubendampfer schleppt bei normalem Wasserstande von 3 m Köln. Pegel 2500 bis 3000 Tonnen in 4 eisernen Kähnen von Ruhrort nach Köln, = 91 km, weit in 19 bis 20 Stunden bei einem stündlichen Kohlenverbrauch von 800 kg und einer indic. Maschinenleistung von 850 bis 900 Pferdekräften.

Die neueren Schraubenschlepper aus den achtziger Jahren haben sämtlich Zwillings-Verbundmaschinen, nach dem sogen. Hammersystem gebaut, von 400 bis 700 Indicator-Pferdestärken, und mit Kesseln von 5 bis 7 Atmosphären Ueberdruck; so z. B. „Stinnes I u. II", „Ruhrort I u. II", „Faber I u. II", „Schürmann I", „Niederrhein IV," „Rosslau", „Haniel II", „Disch III u. IV".

2. Radschleppboote.

Nachdem im Jahre 1843 auf dem Rhein die Dampfschifffahrt ins Leben getreten war und zuerst allgemein mittels Radboote mit Wattschen Niederdruckmaschinen betrieben wurde, führte sich Anfangs der siebziger Jahre die Verbundmaschine mit Ueberdruck von 5 bis 6 Atmosphären als Betriebsmittel der gröfseren Schlepper ein. Bei späteren Neu- oder Umbauten steigerte man den Kesseldruck auf 7 Atmosphären. Die alten Radboote mit Niederdruckmaschinen von etwa 900 indic. Pferdestärken verbrauchten durchschnittlich 1750 bis 2000 kg Kohlen in der Stunde, während mit Einführung der Verbundmaschine der Kohlenverbrauch auf 0,9 bis 1,0 kg für die indic. Pferdekraft und Stunde, d. i. bei Maschinen von 900 Pferdestärken auf 800 bis 900 kg in der Stunde ermäfsigt wurde. Auch eine Anzahl älterer Boote wurde mit Verbundmaschinen versehen, z. B. „Ruhrort VIII", „Stinnes III", „Rhenus IV". Neu gebaut wurden in den achtziger Jahren: „Faber III", mit Maschinen von 900, „Haniel I" von 950, „Mannheim VI" von 1000, „Schürmann II" von 700, „Haniel IV" von 700 indic. Pferdestärken, und noch andere.

Die bedeutenden Erfolge, welche mit der dreifachen Expansionsmaschine (Hoch-, Mittel- und Niederdruck-Cylinder) erzielt wurden, die erfahrungsgemäfs bei gut ausgeführten Anlagen um 25 pCt. vortheilhafter arbeitet als die Verbundmaschine (Hoch- und Niederdruck-Cylinder), und sich schon seit längerer Zeit bei Seedampfern bewährt hatte, mufsten naturgemäfs, besonders in Anbetracht der obwaltenden Wettbewerb-Verhältnisse bei der Rheinschleppschiffahrt, auch bei dieser in betheiligten Kreisen die gebührende Beachtung finden und zum Ersatz der Verbundmaschinen durch dreifache Expansionsmaschinen führen. Es wurden denn auch Ende des verflossenen Jahres die ersten drei flachgehenden Radschleppboote mit derartigen Maschinen in Dienst gestellt, von denen das gröfste „D. Franz Haniel VI" von Gutehoffnungshütte unter Beaufsichtigung des Verfassers gebaut wurde.

Dieses Boot sollte die drei Bedingungen: verhältnifsmäfsig grofse Schleppkraft, möglichst wenig Tiefgang und geringsten Kohlenverbrauch nach Möglichkeit vereinigen, und es wurde deshalb für dasselbe ein Tiefgang von 1,00 m, dienstbereit mit voller Ausrüstung und 10 Tonnen Kohlen an Bord, sowie eine Kraftentwicklung der Maschine von 1000 indic. Pferdestärken und ein Kohlenverbrauch von 0,65 bis 0,70 kg für die Pferdekraft und Stunde vorgeschrieben. Diese Bedingungen sind denn auch unter Benutzung aller neueren Erfahrungen im Schleppbetriebe und unter Anwendung von dreifacher Expansionsmaschine und künstlichem Zug für die Kesselfeuerungen, unter Garantie seitens der Erbauerin erfüllt worden.

Das Boot, in Abb. 1—3 auf Bl. 50 u. 51 in Ansicht, Grundrifs und Querschnitt dargestellt, ist in der Wasserlinie 76 m lang, 9,1 m (über die Radkasten gemessen 17 m) breit; die Höhe von Kielblech bis Schandeck beträgt 3,35 m. Zum Bau des Schiffskörpers ist nur basischer Siemens-Martin-Stahl verwendet. Die Zerreifsproben mit den Blechen und Winkeln bei der Abnahme ergaben eine Festigkeit von 37 bis 41 kg f. d. qmm und eine Ausdehnung von 24 bis 32 pCt. Die Kiel- und Bodenplatten sind 7 bis 5 mm, die Kimmplatten 8 bis 6 mm und die Seitenplatten 6 mm stark; der oberste Plattengang ist bei 1200 mm Breite 10 mm stark. Die Quernähte sämtlicher Platten haben doppelte, die Längsnähte einfache Vernietung erhalten. Die Spanten von 80 × 52 × 7 mm sind 500 m von einander entfernt, Vordersteven aus 115 × 36 mm, Hintersteven aus 80 × 80 × 13 mm Eisen. Das Steuerruder ist 4200 mm lang, 1700 mm hoch und wird durch einen Dampfsteuerapparat mittels einer unter Deck durchgeführten und mit Gelenkkupplungen versehenen Achse durch Rädervorgelege bewegt. Die Querfundamente, von

550 × 80 mm, sind durch Winkel von 60 × 60 × 7 mm gegurtet, die Längsfundamente (Kielschweine), 4 Stück von 550 × 12 mm, mit Winkeln von 125 × 125 × 12 mm versteift. Die Deckbalken bestehen an jedem Spant aus Winkeleisen von 90 × 70 × 8 mm, mit Balkenknieen aus 6 mm starken Blechen. Das Schandeck ist 600 mm breit, 12 bis 9 mm stark. Das Deck, aus 7 mm starkem Riffelblech, ist in der Längsrichtung fischträgerförmig gewölbt. Der Radkasten an beiden Seiten besteht aus 3 mm bis 4 mm starken Blechen und ist nach hinten in Richtung der Berührungslinie verlängert. Die Schottwände sind 6 mm stark, wasserdicht genietet, mit Winkeleisen versteift, die Maschinen- und Kesselräume durch wasserdicht schliefsende Thüren verbunden. Vor und hinter den Kesseln befinden sich die Kohlenbehälter, zusammen 200 Tonnen Kohlen fassend.

Unter Deck sind vorn die Wohnräume für zwei Maschinisten, zwei Steuerleute, vier Matrosen und fünf Heizer eingerichtet; hinter diesen Räumen befinden sich der Lade-, Kohlen- und Kesselraum; dann folgen Maschinenraum und Kajüten für den Capitain nebst zwei Privatzimmern. Auf Deck ist zwischen und in Verbindung mit den beiden Radkasten die Commandobrücke aufgebaut. Auf derselben sind angebracht: ein Dampf-Steuerapparat, drei Sprachrohre, ein mechanischer Telegraph und ein elektrischer Läuteapparat. Letztere drei Vorrichtungen dienen als unmittelbare Verbindungsmittel mit dem Maschinenraum. Der Dampf-Steuerapparat wurde in Anbetracht des verhältnifsmäfsig grofsen und schwer beweglichen Schleppbootes zum ersten Male hier angewandt und hat sich in jeder Beziehung vorzüglich bewährt; das Boot dreht sich auf möglichst kleinem Raume in 50 Secunden. Selbstverständlich ist dieser Apparat auch zum Handsteuern (durch einfaches Umlegen eines Hebels) eingerichtet. Auf dem Vorderdeck befinden sich eine Dampf-Ankerwinde zum „Fallenlassen“ und „Aufnehmen“ des 900 kg schweren Bug- (und Noth-)Ankers, welche aufserdem zum Aufnehmen der Schleppstränge der abgeworfenen Anhangschiffe dient, ferner die Schleppbügel, je drei seitlich auf das Schandeck genietete eiserne Schleppboller und, an die Radkasten angebaut, die Mannschaftsküchen.

Die Maschine ist eine schrägliegende dreifache Expansionsmaschine mit Einspritzcondensation, einer Speise- und Lenzpumpe, zwei Injectoren, einer Handpumpe, zwei Schiffsleckapparaten, welche in einer Stunde 60000 bis 80000 l Wasser aus den Schiffsräumen werfen können, und Vorwärmer. Die Cylinder sind mit Dampfmänteln, welche mit frischem Dampf gefüllt werden, versehen. Zum möglichst schnellen Umsteuern der Maschine dient ein hydraulischer Umsteuerungsapparat (Patent Gutehoffnungshütte). Derselbe besteht im wesentlichen aus einem Druckcylinder, welcher durch Rohrleitung mit den beiden Dampfkesseln in Verbindung steht, und dessen Kolben beim Oeffnen eines Ventils mit einem dem Dampfdruck von 10 Atmosphären entsprechenden Wasserdruck die auf die Coulissensteuerung nach vor- oder rückwärts wirkende Kraft zum Umlegen derselben ausübt. Es ist durch diese Umsteuerungsmaschine möglich gemacht, die Maschine von 1000 indic. Pferdestärken sofort und jederzeit von „volle Kraft vorwärts“ auf „volle Kraft rückwärts“ arbeiten zu lassen. Die Luftpumpe ist vor der Kurbelachse angeordnet und wird durch Hebelübersetzung von der Mitteldruckcylinder-Zugstange aus betrieben. Die Mittelachse ist aus Krupp'schem Gufsstahl, und die Radachsen sind aus basischem Siemens-Martin-Stahl hergestellt. Die Oelung sämtlicher beweglicher Theile der Maschine erfolgt mittels dickflüssigen Maschinenfettes durch selbstthätige Schmierbüchsen. Die Dampfcylinder werden durch je einen Melcher'schen Schmierapparat gefettet.

Die beiden Schaufelräder von 4300 mm äufserem Durchmesser sind nach den neuesten Erfahrungen construirt und haben je acht bewegliche, aus 14 mm starkem Stahlblech hergestellte und nach einer bestimmten Krümmung gebogene Schaufeln von 3700 mm Länge und 850 mm Breite.

In zwei Dampfkesseln, deren Hülle aus 31 mm starkem weichem Stahlblech hergestellt und deren Innenkessel durchaus geschweifst ist, wird der nöthige Dampf von 10 Atmosphären Druck erzeugt. Um eine zweckentsprechendere Verbrennung und ein geringeres Kesselgewicht zu erzielen, wurde die Feuerungsanlage mit Vorrichtung zum Einblasen von erwärmter Luft über und unter dem Rost versehen. Die Luftzuführung wird mittels je eines, durch eine kleine Maschine betriebenen Ventilators für jeden Kessel bewerkstelligt. Vor Eintritt in die Feuerungen wird die Luft in einem im Rauchfange angeordneten Vorwärmer unter Benutzung der abziehenden Heizgase entsprechend (auf 60 bis 90° R) erwärmt.

Das Boot wurde im November 1888 in Dienst gestellt und schleppt als höchste Leistung bei normalem Wasserstande 3500 bis 4000 Tonnen in 4 eisernen Schiffen in 20 bis 22 Stunden von Ruhrort nach Köln. Die indicirte Maschinenleistung beträgt bei 10 Atmosphären Kesseldruck und 0,60 Füllung im Hochdruckcylinder rund 1000 Pferdekräfte. Die Min.-Umdrehungen der Maschine betragen hierbei 34. Der Kohlenverbrauch stellt sich auf 650 bis 700 kg in der Fahrstunde. Die Luftpressung beträgt im Zuführungsrohr 80 bis 90 mm Wassersäule und die Vorwärmung derselben vor Eintritt in die Feuer etwa 95° R.

Es bedarf wohl kaum noch einer Erwähnung, welchen bedeutenden Vortheil die sachgemäfs ausgeführte dreifache Expansionsmaschine mit 10 bis 15 Atmosphären Kesseldruck in Verbindung mit der Anwendung von künstlichem Zug den Verbundmaschinen gegenüber aufweist; erstere wird auch binnen kurzer Zeit die letzteren auf den Fahrzeugen der gröfseren Binnenwasserstrafsen vollständig verdrängen. Wie nun die Nothwendigkeit der Einführung der Mehrfach-Expansionsmaschine jetzt allgemein zugestanden wird, so sind in den betreffenden Kreisen doch noch die Ansichten über die Zweckmäfsigkeit der künstlichen Luftzuführung sehr getheilt. Es sei deshalb hier erwähnt, dafs nach sorgfältigen, vom Verfasser angestellten Versuchen durch sachgemäfse Einrichtung zur Benutzung des künstlichen Zuges bei den Kesselanlagen von zwei gröfseren Schleppdampfern eine Ersparnifs an Feuerungsmaterial von rund 8 pCt. gegenüber den gewöhnlichen Anlagen mit natürlichem Luftzug erzielt wurde. Schliefslich sei auch noch angeführt, dafs mit der vierfachen Expansionsmaschine bis jetzt nur Erfolge gegen die Verbundmaschine zu verzeichnen sind, dafs sie aber die dreifache Expansionsmaschine zur Zeit noch nicht übertroffen hat. Erhebliche Vortheile der ersten, gegenüber der letzteren, werden sich wohl erst bei höheren Kesselspannungen von 15 Atmosphären und darüber bemerkbar machen. Da einer weiteren Erhöhung des Dampfdruckes (über 15 Atmosphären) bei gröfseren Kesseln bis jetzt noch Hindernisse in der Anfertigung derselben nach dem üblichen System entgegenstehen, so wird man für die nächste Zukunft wohl mehr nach einer Vervollkommnung der Dampferzeugung streben, die in der verbesserten Ausnutzung

des künstlichen Zuges und in der Benutzung der abziehenden Heizgase zur kräftigeren Vorwärmung des Speisewassers bestehen wird.

Die beiden anderen neuesten Radschleppboote „Faber VI“ und „Niederrhein III“, von Gebr. Sachsenberg-Rosslau gebaut, sind, soweit mir bekannt, ebenfalls mit dreifachen Expansionsmaschinen von 800 bis 900 indic. Pferdekräften, und je vier Dampfkesseln von 10,5 Atmosphären Ueberdruck ausgerüstet. Die Kessel sind mit Vorrichtung zum Einblasen von Luft unter die Feuer (Unterwind) versehen und die abziehenden Heizgase werden zum Vorwärmen des Speisewassers benutzt. Beide Schleppboote sollen im Betriebe sowohl bezüglich der Schleppleistung, als auch des Kohlenverbrauchs ein günstiges Ergebnifs geliefert haben.

Mit der aufserordentlichen Vermehrung der Transport-Fahrzeuge auf dem Rhein und der Zunahme von Fahrgeschwindigkeit derselben haben sich in den letzten Jahren auch, durch Auffahren bei niedrigen Wasserständen auf Sandbänke oder Felsen, oder durch Zusammenstofs im engen Fahrwasser veranlafst, die Unfälle vermehrt. Um die havarirten bezw. gesunkenen Schiffe baldmöglichst wieder in schwimmenden Zustand zu versetzen, wurden von den gröfseren Rhedereien oder auch von Besitzern kleinerer Schraubenschleppboote passende Fahrzeuge zu Bergungsdampfern eingerichtet, und zwar meist in der Weise, dafs entweder flachgehende Radboote mit Pulsometern versehen wurden, welche in der Minute bis 3000 l Wasser fördern, oder dafs man die Maschinen kleinerer Schraubenboote, nachdem in vorkommenden Fällen die Schraubenachsen abgekuppelt worden, mit 150 bis 220 Min.-Umdrehungen zum Betriebe von Kreiselpumpen benutzt, welche an 4000 l Wasser in der Minute werfen. Mittels solcher Bergungsdampfer sind wiederholt durch Auspumpen vorher gedichtete gesunkene Schleppboote und Schleppkähne gehoben worden.

d) Schleppkähne.

Gleichzeitig mit der Einführung der Schleppdampfschiffahrt auf dem Rheinstrome begann man mit dem Bau von eisernen Schleppkähnen, anfangs mit einer Ladefähigkeit von etwa 400 Tonnen, während vor dieser Zeit meist hölzerne Fahrzeuge, welche durchschnittlich 200 Tonnen laden konnten, zu Berg von Pferden gezogen und zu Thal durch Ruder, Segel oder den Strom selbst fortbewegt wurden. Nach und nach baute man, die erzielten Vortheile nicht verkennend, die eisernen Kähne gröfser, man stieg mit der Ladefähigkeit auf 600, dann auf 800 bis 1000 Tonnen, und schliefslich in den letzten Jahren auf 1200 bis 1300 Tonnen. Nach praktischen Erfahrungen und Messungen mit dem Dynamometer ermittelte der Verfasser einen für gröfsere Rheinschleppkähne günstigsten Völligkeitscoefficienten von 0,78 bis 0,80, welcher bei den hiernach construirten Kähnen möglichst grofse Ladungsfähigkeit im Verein mit möglichst geringem Tiefgang und entsprechend guten Constructions-Wasserlinien, bei einer für die Rheinschleppschiffahrts-Verhältnisse günstigsten Schleppgeschwindigkeit von 4,8 bis 5,0 km in der Stunde, gewährleistet. Die Untersuchungen mittels des Dynamometers wurden stets auf einer und derselben Strecke, bei gleichen Wasserständen und gleichen Schleppgeschwindigkeiten ausgeführt. Das Dynamometer wurde zwischen Schlepper und geschlepptem Kahn (am freihängenden Schlepptau) eingeschaltet. In der folgenden Tabelle sind die ermittelten Zugwiderstände in kg in Verbindung mit den Hauptangaben von sechs der verschiedenen Schleppkahn-Altersklassen aufgeführt:

Schleppkahn Nr. . . .	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	
Material	Holz	Eisen	Eisen	Thomas-Stahl	Siemens-Martin-Stahl		
Jahr der Erbauung .	1840	1846	1867	1881	1884	1888	
Länge zwischen den Senkrechten . . .	40,0	52,0	63,5	71,8	73,0	73,0	Meter
Breite über dem Hauptspant	6,6	6,4	8,0	8,8	9,42	10,0	Meter
Völligkeitscoefficient .	0,95	0,76	0,75	0,78	0,79	0,80	
Ladefähigkeit	234	400	618	968	1070	1180	Tonnen
Ladung, b. welcher Zugwiderstand gemessen	230	400	600	968	1060	1170	Tonnen
Tiefgang hierbei . . .	1,45	1,95	1,98	2.197	2,24	2,38	Meter
Zugwiderstand . . .	1450	1500	1650	2000	2100	2170	kg

Wie verhältnifsmäfsig wenig der Zugwiderstand der geschleppten Fahrzeuge mit der Gröfse bezw. Ladefähigkeit derselben wächst, oder wie bedeutend im Schleppbetrieb der Vortheil der gröfseren Anhangschiffe gegenüber den kleineren, sowie der eisernen Kähne gegen die hölzernen ist, geht unmittelbar aus der tabellarischen Uebersicht hervor. In der That ist, unter gleichen Verhältnissen, beispielsweise die Schleppgeschwindigkeit eines Schleppzuges aus vier Holzkähnen zu 230 Tonnen mit einer Gesamtladung von 920 Tonnen bestehend, nahezu dieselbe als diejenige eines Anhanges von vier eisernen Kähnen mit einer Gesamtladung von 1600 bis 1700 Tonnen, und damit sind die Betriebskosten in beiden Fällen dieselben. Dies anerkennend, ist in letzterer Zeit für den Massentransport kaum noch ein Schleppkahn unter einer Ladefähigkeit von 800 Tonnen, die meisten für 1000 bis 1200 Tonnen Ladung gebaut worden. Aus den Zugwiderstands-Ermittlungen mit dem Dynamometer ergab sich ferner, dafs der Widerstand des Schleppzuges nur wenig mit der Verminderung der Ladung bezw. dem geringeren Tiefgang der Anhangschiffe abnimmt. Derselbe beträgt z. B. bei dem vollbeladenen Kahn Nr. IV der Tabelle 968 Tonnen bei 2,197 m Tiefgang 2000 kg, und wenn dasselbe Fahrzeug mit 575 Tonnen beladen ist und dabei 1,57 m tief geht, 1800 kg, ein Beweis, wie wesentlich sich die Schleppkosten für die Kilometertonne bei niedrigen Wasserständen erhöhen.

Die Hauptabmessungen eines der neuesten und gröfsten Schleppkähne für den Rhein, wie sich derselbe auf Blatt 50 u. 51 in den Abbildungen 4—6 dargestellt findet, welcher aus basischem Siemens-Martin-Stahl erbaut ist und 1200 Tonnen (24000 Ctr.) Tragfähigkeit besitzt, sind folgende: Länge zwischen den Senkrechten 73 m, Breite über dem Hauptspant 10,0 m, Höhe von Kielblech bis Gangbordmittschiffs 2,4 m, Tragfähigkeit bei 2,4 m Tiefgang 1250 Tonnen, Blechstärken im Boden und in der Kimmung 8 mm, über letzterer 6 mm, und im obersten Gang 9 mm. Die Quernähte der Gänge haben doppelte, die Längsnähte einfache Vernietung; Vordersteven 100 × 30 mm, Hintersteven 80 × 80 × 13 mm, Spanten, in 500 mm Entfernung, 70 × 50 × 7,5 mm, Querfundamente an jedem zweiten Spant 350 mm hoch, Längsfundamente drei Stück von 350 mm Höhe. Deck auf Vorder- und Hinterschiff aus Riffelblech von 5 mm Stärke. Das Steuerruder, 4,2 mm lang, 3,6 m hoch, wird durch ein liegendes Haspelrad, an einer stehenden Achse wirkend, durch Zahnradgetriebe bewegt. Durch neun Schottwände, 6 mm stark, wird das Fahrzeug in zehn wasserdichte Laderäume getheilt. Die Bedachung derselben besteht aus 650 mm

breiten und 32 mm starken Lukendeckeln aus Tannenholz. Die Laderäume sind mit 52 mm starken Tannenholzdielen belegt, die Seitenwände mit abnehmbarer, 30 mm starker Tannenholzverschalung bekleidet.

Auf dem Kahn befinden sich: eine Ankerwinde mit doppelter Uebersetzung, fünf Anker von 650, 450, 100, 85 und 60 kg Gewicht, zwei Mastkocher mit Masten und Mastwinden, auf jeder Seite vorn drei Schleppboller zum Befestigen der Schleppstränge aus geschweifstem 15 mm starkem Eisenblech. Im vorderen Theil des Kahnes ist ein Raum für zwei Knechte und einen Jungen, im hinteren Theil die Kajüte für den Schiffsführer. Der Tauchraum des beladenen Kahnes beträgt bei 2,38 m Tiefgang 1389 cbm. Nach der Aiche hat der unbeladene Kahn einen Tiefgang von 0,40 m. Die Einsenkung beträgt für je 1200 Ctr. oder 60 Tonnen Ladung durchschnittlich 100 mm. Erbauer des Schleppkahns ist E. Berninghaus-Duisburg.

Schliefslich sei noch erwähnt, dafs das Schleppen der Anhangsschiffe durch Hanf-, Manilla- oder Stahldraht-Stränge geschieht. Die Hanf- oder Manillastränge zum Ziehen von gröfseren Fahrzeugen sind je nach der Entfernung des angehängten Kahnes 350 bis 500 m lang und haben einen Querschnittsumfang von 250 mm. Die Stahldraht-Trossen finden meist beim Schleppen mit Schraubenbooten Verwendung und sind entsprechend kürzer und leichter als erstere.

Der Rhein hat eine grofsartige Bedeutung als Wasserstrafse gewonnen. Der Verkehr, welcher sich seit den letzten Jahrzehnten in ganz unerwarteter Weise entwickelt hat, ist noch stetig im Zunehmen begriffen. Die deutschen Werften am Rhein und der Ruhr sowie auch eine grofse Anzahl holländischer Schiffsbauanstalten sind mit dem Bau von Fahrzeugen für den Rhein noch auf längere Zeit hinaus vollauf beschäftigt.

J. Schnell.

Das staatliche Basaltwerk Urach in Württemberg.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 52 bis 54 im Atlas.)

Vorwort.

Die geognostische Gestaltung Württembergs bringt es mit sich, dafs für die Unterhaltung der besteinten Strafsen nur verhältnifsmäfsig wenig hartes Schottergestein zur Verfügung steht, denn es ist das Grundgebirge (Gneifs, Granit usw.) nur auf 0,6 pCt., dagegen das geschichtete Gebirge und zwar Rothliegendes auf etwa 12, Muschelkalk auf 22, Keuper auf 18, Jura auf 29, Molasse und Gletschergeschiebe auf 18 pCt. der Landesoberfläche vorhanden; eruptive und vulcanische Gesteine treten nur in sehr geringem Umfang zu Tage. Dementsprechend ist auch die Verwendung von hartem Geschläg zur Unterhaltung der württembergischen Staatsstrafsen bisher eine verhältnifsmäfsig sehr beschränkte gewesen. Von 2661 km Strafsen wurden 1884 nur 3,44 pCt. mit hartem Geschläg unterhalten, das letztere betrug nur 6,13 pCt. der gesamten jährlich zur Verwendung gelangenden Schottermenge. Im Vergleich mit anderen deutschen Staaten ist dies aufserordentlich wenig: Baden unterhält etwa 40, Bayern 33, die Provinz Hannover 70 pCt. des Strafsennetzes mit harten Gesteinen, während die letzteren im Königreich Sachsen 85, im Regierungsbezirk Wiesbaden 88 und im Herzogthum Braunschweig 40 pCt. aller verwendeten Gesteinsarten betragen. Es lag daher nahe, eine Verbesserung der württembergischen Staatsstrafsen, insbesondere der verkehrsreichsten Strecken derselben, durch weitergehende Verwendung harter Gesteine herbeizuführen. Da sich auch in der Kammer der Abgeordneten im April 1883 hierauf gerichtete Wünsche vernehmen liefsen, so trat die Regierung der Sache durch entsprechende Untersuchungen und Etatsforderungen näher.

Mit Ausnahme der im Alb-, Murg- und Kinzigthale gewonnenen Granite, der aus dem oberen Enzthale stammenden Aplite, des im Murgthal gewonnenen Granits und Gneifses und des bei Schramberg gebrochenen Porphyrs mufste bisher nahezu sämtlicher zur Verwendung kommende Porphyr aus den Brüchen der badischen Gemeinde Dossenheim mit einem Aufwande von etwa 60000 Mark im Jahr und zwar vornehmlich zur Unterhaltung der verkehrsreichen Strafsen bei Stuttgart bezogen werden. Anderweitige Wettbewerber waren weder vorhanden, noch zu erwarten; es erschien daher wünschenswerth, durch Eröffnung geeigneter Bezugsquellen den regelmäfsigen Steinbezug unter Ausschlufs willkürlicher Preissteigerungen zu sichern, wobei aufserdem der Stein-Gewinnung und Zerkleinerung innerhalb Württembergs gegenüber derjenigen aufserhalb Landes aus naheliegenden Gründen der Vorzug einzuräumen war. Man hat deshalb während des Jahres 1883 eingehende Erhebungen darüber angestellt, wo und in welcher Güte und Mächtigkeit sich harte, zur Strafsenunterhaltung vorzugsweise geeignete Gesteinsarten innerhalb des Landes oder in der Nähe seiner Grenzen vorfinden.

Professor Dr. v. Eck in Stuttgart hat die Verwaltung in dankenswerther Weise bei der Aufsuchung weiterer Aplitgänge im obern Enzthal, sowie zahlreicher und mächtiger Porphyrgänge in der Nähe Schrambergs, auf dem Kniebis und im Rothmurgthale in der Umgebung von Freudenstadt geleitet. Da sich indessen ein rasch zugreifender Unternehmer in der Umgebung Schrambergs und im Kinzigthale einen grofsen Theil der dortigen Porphyr- und Granitporphyrstöcke zur Ausbeute sicherte und einige Jahre später an beiden Orten maschinelle Steinzerkleinerungsbetriebe einrichtete, so lag hier zunächst das Bedürfnifs zur Ausführung eines staatlichen Porphyrwerkes nicht mehr vor. Auch am unteren Neckar wurden unweit des badischen Ortes Ziegelhausen mächtige Lager harten frischen Quarzporphyrs untersucht und für die Verwaltung käuflich erworben. Die Steine werden von Ziegelhausen unter Benutzung der Kettenschiffahrt auf dem Neckar nach Heilbronn gebracht und dort seit einem Jahre mit einem fahrbaren Steinbrecher zerkleinert, über welchen weitere Mittheilungen für später vorbehalten werden, wenn erst die zur Zeit noch in der Ausbildung begriffene Anlage zum Abschlufs gebracht sein wird.

Die Untersuchung des im Herzen des Landes vorhandenen Basaltvorkommens wurde von Professor Dr. Fraas in Stuttgart übernommen. Hierbei war mit besonderer Vorsicht schon deshalb vorzugehen, weil die vor etwa 16 Jahren versuchte Gewinnung und maschinelle Zerkleinerung von Basalt bei Kirchheim am Fufse der schwäbischen Alb sowohl hinsichtlich der Mächtigkeit des Vorkommens als der Beschaffenheit der Steine so wenig befriedigt hatte, dafs die Basaltgewinnung daselbst

wieder gänzlich aufgegeben werden mufste. Schon 1860 hatte Professor Dr. v. Quenstätt in Tübingen in den Begleitworten zu dem geognostischen Atlasblatt von Urach auf die in der Nähe von Dottingen, vergl. den Uebersichtsplan Abb. 1, Bl. 52, gelegene Basaltkuppe „Eisenrüttel" mit dem Beifügen aufmerksam gemacht, dafs dies wohl das mächtigste Basaltvorkommen des Landes sein werde. Der bekannte Geognost C. Deffner in Efslingen schätzte auf Grund seiner im Jahre 1875 gemachten Beobachtungen die Ausdehnung des eigentlichen Basaltlagers auf 7 bis 8 ha, und sprach dabei auf Grund eingehenden Studiums an etwa hundert vulcanischen Punkten der schwäbischen Alb die Ueberzeugung aus, dafs man auf ein nahezu senkrechtes Niedergehen des Basaltstockes zu rechnen und eine abbaubare Basaltmenge von ein bis zwei Millionen Cubikmeter zu erwarten habe.

Untersuchung des Basalts vom Eisenrüttel bei Urach.

Aus einer gröfseren Zahl von Probegruben war zu ersehen, dafs der Basalt am Eisenrüttel auf einer Fläche von etwa 6 ha in einer abbaubaren Mächtigkeit bis zu 25 m ansteht. Die im Januar 1885 aus einer auf dem höchsten Punkte der Basaltkuppe (Abb. 2 und 3, Bl. 52) angelegten Probegrube entnommenen Steine wurden in fünf würfelförmigen Körpern von annähernd 70 mm Seitenlänge in der Materialprüfungsanstalt der technischen Hochschule in Stuttgart untersucht, wobei das trockene Gestein bei 3,1 Einheitsgewicht Druckfestigkeiten von 2483 bis 3025, im Mittel von 2724 at ergab. Ferner wurden im April 1887 gelegentlich der Untersuchung der wichtigeren in Württemberg zur Strafsenunterhaltung verwendeten Gesteine auch mit den Basalten vom Eisenrüttel Druck- und Abnutzungsversuche vorgenommen. Da die Proben jedoch nur dem Trümmergestein entnommen waren, welches am Ausgehenden des Basaltkopfes anstand, so blieben die Ergebnisse hinter der oben angeführten Festigkeit zurück. Die Probewürfel hatten etwa 55 mm Seitenlänge und 60 mm Höhe, sie zeigten in je drei Stücken im trockenen Zustande 1952 bis 2220 at, im Mittel 2094 at Druckfestigkeit, im nassen Zustande 1752 bis 2250 at, im Mittel 2056 at Druckfestigkeit, bei einem Einheitsgewicht von 3,01 bis 3,10, im Mittel 3,07; die Abnutzung der Würfel betrug bei hundert Umdrehungen auf gufseiserner Unterlagsscheibe, bei einer Belastung der Probekörper mit 30 kg, einem Abstand des Schwerpunktes der geschliffenen Fläche von der Achse der Scheibe von 0,50 m und bei Zusatz von je 0,020 kg Schmirgel (Naxos Nr. 3) auf je zehn Umdrehungen der Scheibe im trockenen Zustande in sechs Proben 8,2 bis 10,8, im Mittel 9,5 g, im nassen Zustand in drei Proben 14,1 bis 21,2, im Mittel 17,4 g. Nachdem der Steinbruch etwa ein Jahr im Betriebe gestanden und so weit gegen Berg vorgetrieben war, dafs statt des zuerst gefundenen minderwerthigen Trümmergesteins geschlossener Basalt in mächtigen Stöcken angebrochen war, wurden die Versuche wiederholt und dabei gefunden, dafs Würfel von 55/55 mm Seitenlänge und 60 mm Höhe im trockenen Zustande in drei Proben 2182 bis 2484 at, im Mittel 2300 at Druckfestigkeit, im nassen Zustande in drei Proben 2041 at besafsen. Das Gestein hatte sonach an Festigkeit wesentlich zugenommen, wogegen die Abnutzung, in gleicher Weise wie oben beschrieben beobachtet, im trockenen Zustande in drei Proben 5,5 bis 7,8, im Mittel 6,5 g, im nassen Zustande in drei Proben 17,4 bis 19,5, im Mittel 18,5 g betrug.

Man begnügte sich jedoch nicht mit der Untersuchung der physicalischen Beschaffenheit des zu gewinnenden Gesteins, dieselbe wurde vielmehr auch in mineralogischer Beziehung vermittelst des Mikroskops an Dünnschliffen ausgeführt.

Professor Dr. Fraas sagt hierüber im März 1884: das Gestein zeige eine feinkörnige Grundmasse von Augit und Nephilin, von Magnetit und Glimmer, in derselben haben sich gröfsere Krystalle von Augit und Olivin ausgeschieden. In technischer Beziehung sei es als ein ganz besonderer Vorzug dieses Basalts anzusehen, dafs die Grundmasse frei von Melilithen sei, also keine leicht zerstörbaren Magnesiasilicate, welche die Zerstörung des Gesteins verursachen könnten, enthalte; ein zweiter Vorzug bestehe in dem körnigen Bruch im Gegensatz zu dem glasigen Bruch anderer Basalte; das vortreffliche frische Gestein zeige an den zu Tage liegenden Klötzen keine andere Veränderung als eine leichte Färbung infolge der Oxydation des Magneteisens. Dr. Kloos, Professor an der technischen Hochschule in Braunschweig, untersuchte das Gestein in Dünnschliffen, welche sowohl dem unzerdrückten als den in der Materialprüfungsanstalt zerdrückten Basaltwürfeln entnommen wurden. Derselbe sagte u. a.: das Gestein im Eisenrüttel sei ein sehr frischer Nephilin-Basalt, der sich ungemein reich an Olivin erweise. Neben dem aufsergewöhnlich frischen Olivin, welches Mineral sowohl in gut ausgebildeten Krystallen als in corrodirten und deformirten Körnern die Hauptmenge der Einsprenglinge bilde, finden sich als solche noch Augit, der im Dünnschliff eine blafsgelbe Farbe zeige, und gröfsere Körner Magneteisen. Die Zwischenräume, welche diese gut krystallisirten Bestandtheile frei liefsen, seien durch Nephilin ausgefüllt, das keine Krystallform erkennen lasse. Das Mineral gebe sich jedoch durch die ihm eigenthümliche Polarisationsfarbe mit Sicherheit zu erkennen; es zeige hin und wieder eine stattgehabte Umwandlung in ein zeolitisches Mineral, welches jedoch in zu geringer Menge vorhanden sei, um die Brauchbarkeit des Gesteins zu beeinträchtigen. Noch verdiene erwähnt zu werden, dafs die Schliffe ungemein reich seien an Perowskit, einem titanhaltigen Mineral, das in Form winziger Oktaederchen in sämtlichen übrigen Bestandtheilen eingeschlossen vorkomme. Auch Augit sei in kurzen Nadeln reichlich vorhanden. Ein kleiner Gehalt an hellfarbigem, röthlich braunem Glimmer vervollständige das mikroskopische Bild des Gesteins. Das in dem letzteren vorhandene Olivin sei zwar der Dauerhaftigkeit des Basalts nicht förderlich, weil dasselbe ein sehr sprödes, leicht zersetzbares Mineral sei; wo es daher in gröfseren Einschlüssen, Körnern und Krystallbruchstücken vorkomme, müsse die Anwendbarkeit auch der frischesten und dichtesten Basalte dadurch beeinträchtigt werden; sei dagegen das Mineral nur in kleinen Individuen vorhanden, welche von einem kleinkörnigen Gemenge des Augits und Nephilins umgeben werden, so scheine er gegen mechanische Einwirkungen hinlänglich geschützt und der Basalt gebe dann — wie im vorliegenden Falle — einen vorzüglichen Wegebaustoff. Es werde dies unmittelbar auch dadurch bewiesen, dafs in den Schliffen, welche aus den in der Materialprüfungsanstalt zerdrückten Basalten hergestellt worden seien, der Olivin genau in derselben Formentwicklung vorkomme, wie in den ursprünglichen Gesteinen; von einer etwaigen Zertrümmerung, Zerreifsung oder Verschiebung sei nichts zu sehen. Spalt- und Absonderungsklüfte seien in gleicher Weise vorhanden und doch müfste eine mechanische Aenderung zunächst an

diesen spröden und in den gröfsten Individuen vorhandenen Bestandtheilen in Erscheinung treten.

Nachdem die vorbezeichneten geologischen, physicalischen und mineralogischen Untersuchungen Grund zu der bestimmten Annahme gegeben hatten, dafs der Basalt vom Eisenrüttel ein hochwerthiges Strafsenunterhaltungsmaterial abgeben könne, schien es angezeigt, zunächst einen praktischen Versuch darüber zu machen, ob sich das Gestein auch zur Zerkleinerung mittels des Steinbrechers eigne. Die unfern dem Eisenrüttel vor etwa 16 Jahren am Hohbohl und am Bölle bei Kirchheim unter Teck gewonnenen Basalte hatten im Steinbrecher ein sehr ungleiches scherbiges Geschläg geliefert, was zu besonderer Vorsicht mahnte. Es wurde daher zunächst mittels des alten, leihweise bezogenen Steinbrechers, der früher bei Kirchheim verwendet worden war, in dem der Fundstätte zunächst gelegenen Seeburger Thal ein Zerkleinerungsversuch ausgeführt. Der alte Steinbrecher wurde mit neuen Brechbacken versehen, nach Einschaltung eines kleinen Vorgeleges an das Räderwerk der Georgenauer Mühle vermittelst Treibriemen angehängt und auf einem kräftigen Holzgerüst aufgestellt, in welchem eine von Pallenberg in Mannheim bezogene Sortirtrommel aufgehängt und mit dem erforderlichen Antriebe versehen wurde (Abb. 4, 5 und 6, Bl. 52). Die Kraft zum Betrieb des alten Steinbrechers nebst Zubehör war — der unvollkommenen, nur probeweisen Einrichtungen wegen — sehr beträchtlich; sie betrug bis zu 18 Pferdekräften, auch konnten zur Zeit des besten Ganges der Maschine nicht mehr als 20 cbm Geschläg im Arbeitstage zuwege gebracht werden. Der Basalt erwies sich beim Zerkleinern im Steinbrecher als aufserordentlich zäh, und entfiel der Siebtrommel als ein schön würfelförmiger Schotter.

Der Aufwand für die Einrichtung des Versuchs war nicht unbeträchtlich, er hat betragen: für das Heranschaffen des Steinbrechers zur Versuchsstelle auf 40 km 102 ℳ, Modell für neue Brechbacken 104 ℳ, ein Paar Brechbacken aus Hartgufs vom Grusonwerke in Bukau 230 ℳ, Gummiringe für den Steinbrecher 14 ℳ, eine neue Siebtrommel von Pallenberg in Mannheim 620 ℳ, mechanische Einrichtung in der Mahlmühle zur Kraftübertragung 400 ℳ, für Treibriemen 382 ℳ, Maschinengerüst samt Bedachung 380 ℳ, Aufstellungsarbeiten 243 ℳ, Aufsicht 85 ℳ, Insgemein 160 ℳ, daher zusammen 2720 ℳ.

Bei der Zerkleinerung von 191 cbm Basalt haben sich die Kosten f. d. cbm Basaltschotter belaufen: für Ankauf im Staatswald (Bruchzins) 0,40 ℳ, Steinbrechen 1,95 ℳ, Beifuhr vom Bruch zur Brechmaschine auf 5 km Entfernung 2,25 ℳ, maschinelle Zerkleinerung 1,15 ℳ, Abfuhr des Schotters zum Bahnhof Urach auf 3 km Entfernung 2,67 ℳ, Wegunterhaltungskosten 0,26 ℳ, mithin überhaupt auf 8,68 ℳ.

Während die Zerkleinerung des gebrochenen Basalts durch geübte Steinschläger mit 6,40 ℳ bezahlt werden mufste, waren hierfür bei maschineller Zerkleinerung — ohne Kraftmiethe — nur 1,15 ℳ erforderlich; die bei der kleinen Probe bezahlten Löhne für das Brechen und Verführen der Steine waren unverhältnifsmäfsig hoch, ihre künftige Ermäfsigung konnte sicher in Aussicht genommen werden, und hiernach erschien der Basalt für eine beträchtliche Zone des württembergischen Landes recht wohl wettbewerbfähig mit dem aus Baden kommenden Porphyr.

Das mittels des Steinbrechers erzeugte Geschläg verband sich unter der gewöhnlichen eincylindrigen Pferdewalze von 6,5 Tonnen Dienstgewicht bei 50 maliger Ueberfahrt unter Zugabe von wenig, durch die Sortirtrommel gewonnenen Basaltkutters leichter und rascher zu einem festen Strafsenkörper, als Jurakalk und Dossenheimer Porphyr. Angesichts des günstigen Ergebnisses des praktischen Versuchs glaubte man nun der Einrichtung einer bleibenden Steinzerkleinerungsanlage mit Maschinenbetrieb näher treten zu dürfen. Um die hierfür nöthigen Grundlagen unter Mitbenutzung der anderwärts gemachten Erfahrungen zu gewinnen, wurden zunächst ähnliche Einrichtungen in den benachbarten Staaten eingesehen, was, dank dem Entgegenkommen der grofsherzoglich badischen Oberdirection für Wasser- und Strafsenbau, der obersten Baubehörde in München und einiger Basaltgewerkschaften in der bayerischen Oberpfalz möglich war.

Studien an einigen ausgeführten Einrichtungen für maschinelle Steinzerkleinerung.

Das Porphyrwerk in Vormberg bei Sinzheim in Baden. Die grofsherzogliche Oberdirection für Wasser- und Strafsenbau hat schon seit 1877 auf dem westlichen Abhange des Schwarzwaldes in Vormberg bei Sinzheim eine Steinzerkleinerungsmaschine in Thätigkeit, mit welcher die daselbst anstehende vortreffliche Porphyrbreccie von 1518 at mittlerer Druckfestigkeit zu Schotter verarbeitet wird. Bei der im Jahre 1879 erstmals vorgenommen, dann 1884 wiederholten Besichtigung des dortigen Porphyrwerkes war ein von J. Pallenberg in Mannheim gelieferter Steinbrecher von 600 auf 250 mm Maulgröfse mittels einer 10 pferdigen Locomobile im Betrieb. Die mehr als 30 m hohe Felswand wird terrassenförmig abgebaut, zwanzig geübte Steinbrecher arbeiten im Verding mit Schlagbohrer, Pulver und 12 kg schweren Schlägeln, um die Felsen zu brechen und in Stücke von nicht über 20 kg Gewicht zu zerkleinern; eine Arbeitergruppe von sechs Mann besorgt im Verding mit zweiräderigen Handkarren das Führen der Steine zum Steinbrecher und das Einlegen in denselben. Da der Raum vor und in dem Steinbruch sehr beengt ist, und es deshalb nicht räthlich erschien, die Maschinen offen oder in einem Schuppen im Bereich der Sprengarbeiten aufzustellen, so wurde für dieselbe ein Tunnel ausgebrochen, wie die Skizzen Abb. 7 bis 10, Bl. 52 zeigen.

Der Steinbrecher arbeitet mit 220 bis 250 Umdrehungen der Excenterwelle in der Minute. Die Construction der Maschine bietet nichts besonderes, die Brechbacken bestehen aus Hartgufs vom Grusonwerke in Bukau, sie bleiben zwei bis zehn Tage brauchbar. Der Steinbrecher (Abb. 11 und 12, Bl. 52) ist in allen Theilen kräftig gebaut und hat 5600 ℳ gekostet. Zwei Arbeiter sind ununterbrochen mit dem Einlegen der Steine in das Brechmaul beschäftigt, das Festklemmen der Steine mufs hierbei ab und zu mittels Einstofsens eiserner Stangen verhütet werden, auch ist Netzwasser auf die sich stark erhitzenden Brechbacken zu leiten. Die gequetschten Steine fallen von den Brechbacken, die durch Keile verstellbar sind, in eine cylindrische Sortirtrommel, die schwach geneigt ist und 25 Umdrehungen in der Minute macht. Die Sortirtrommel, aus Gufsstahlblech, ist aus drei je 1 m langen Cylindern zusammengesetzt, um einzelne Auswechslungen leicht vornehmen zu können; der obere Theil der Trommel ist auf 0,75 m Länge mit 20 mm weiten, dann im übrigen mit 50 mm weiten runden Löchern versehen; die Lochung gestattet dem Grus oder Kutter den Durchgang, im übrigen Theil der Trommel fällt Normal-

schotter durch. Der aus dem unteren Theil der Trommel herausfallende Grobschotter wird in Karren aufgefangen und darin von Hand durch zwei Arbeiter etwas nachgeschlagen. Weitere fünf Arbeiter führen im Tagelohn Schotter und Kutter zu den betreffenden Lagerplätzen in zweiräderigen Handkarren ab. Die Arbeitsleistung beträgt durchschnittlich 50 bis 60 cbm im Tage.

Das erzeugte Geschläg ist zwar ziemlich schiefrig und hat keineswegs die regelmäſsige Form des Handgeschlägs, allein es ist dessenungeachtet für Straſsenunterhaltungszwecke ganz brauchbar. Der Abgang von Kutter beträgt 15 bis 20 pCt.

Die Kosten des Betriebes haben sich f. d. cbm Geschläg im Jahre 1884 bei einem ungefähren Jahreserzeugniſs von 16000 cbm etwa folgendermaſsen berechnet: Steinbrechen und Schroten der Steine 2 ℳ, Führen der Steine aus dem Bruch zum Steinbrecher und Einlegen in denselben 38 Pf.; die Steinzerkleinerung und zwar: Aufwand für Kohlen, Schmiere und Putzzeug 65 Pf., Heizer der Locomobile 0,9 Pf., Ersatz an Maschinentheilen 16 Pf., Aufsicht (2400 ℳ im Jahre) 16 Pf., Abfuhr der gebrochenen Steine und des Kutters auf Lagerplätze 30 Pf., zusammen 1,36 ℳ, sodaſs sich die Selbstkosten von 1 cbm Schotter, einschlieſslich eines Bruchzinses von 20 Pf., auf 3,94 ℳ berechnen, wobei Verzinsung und Tilgung der erstmaligen Einrichtungskosten im Betrage von 27553 ℳ nicht berücksichtigt sind.

Die badische Verwaltung beabsichtigte, die Betriebsanlage in der aus Abb. 10 ersichtlichen Weise zu verbessern, weil sich das Arbeiten in dem engen Tunnel als nicht zweckmäſsig erwiesen hatte.

Das Basaltwerk Triebendorf in Bayern. Dasselbe liegt 2 km entfernt von der an der Eisenbahn Regensburg-Eger befindlichen Station Wiesau. Auf einer etwa 5 ha groſsen Fläche wird Säulen- und Kugelbasalt abgebaut; das Gestein hat scharfen Bruch, stellenweise jedoch Neigung zur Zeolith-Bildung, d. h. zur beginnenden Verwitterung der Einsprenglinge. Der Abbau des 10 m hohen Steinbruchs ist dadurch ungemein erleichtert, daſs das Gestein nach allen Richtungen von Fugen und Rissen durchsetzt ist, es genügt deshalb der Spitzpickel, um die Steinwände den Abgängen folgend abzulösen und auf die Bruchsohle herabzustürzen; dementsprechend kostet auch des Brechen des Basalts nur 1 ℳ f. d. cbm im Verding.

Die gebrochenen Steine werden (Abb. 13, Bl. 52) mittels einer 80 cm spurigen Rollbahn nach der Quetschmaschine abgeführt, soweit es sich um Maschinengeschläg handelt; alles übrige wird nach etwa 100 kleinen, ganz roh aus Rundhölzern und Brettern erbauten Schutzhütten geführt, die in langer Reihe neben einander stehen; die Hütten haben 2,5 m Länge und 2 m Breite, ein in und vor denselben angebrachter Bretter- und Dielenbelag ist dazu bestimmt, das Aufschaufeln des fertigen Geschlägs zu erleichtern. In den erwähnten Hütten arbeiten Männer, Weiber und Kinder an der Herstellung von Handgeschläg, insbesondere im Winter, wenn in der armen Oberpfalz sonstiger Verdienst nicht leicht zu finden ist.

In zwei aus Fachwerk hergestellten Hütten befindet sich ein Dampfkessel und eine zwölfpferdige Dampfmaschine, sowie zwei Steinbrechmaschinen, von Brinck und Hübner in Mannheim und dem Grusonwerke in Bukau; die Steinbrechmaschinen unterscheiden sich hauptsächlich darin, daſs bei der von Mannheim bezogenen (Abb. 14, Bl. 52) der Excenter in einem Stücke gegossen ist, während der Excenter der Bukauer Maschine zweitheilig angeordnet ist, wobei die Theile zu beiden Seiten der Excenterachse zusammengeschraubt sind; die letztgenannte Anordnung giebt zum Losewerden der Schrauben, sowie zu Brüchen in höherem Maſse Veranlassung als die einfachere Bauweise der ersteren, bei welcher dessenungeachtet das Auswechseln einzelner Theile, insbesondere der Lagerschalen nicht erschwert ist. Der Steinbrecher von Brinck und Hübner hat 1700 ℳ, derjenige vom Grusonwerke 1900 ℳ gekostet. Das Brechmaul der Maschinen ist 400/250 mm beziehungsweise 430/250 mm groſs; die für einen Brecher erforderliche Betriebskraft beträgt etwa sechs Pferdekräfte. Beide Steinbrecher arbeiten mit 200 Umdrehungen der Excenterachse in der Minute.

Die Brechbacken bestehen aus Hartguſs, die Lieferungen der Gieſserei von A. Pelissier in Hanau bei Frankfurt a/M. sollen besonders befriedigt haben. Die Form der Zähne der Brechbacken ist die bekannte, sie sind 40 mm breit, 20 mm hoch, die Schneide ist rechtwinklig. Die Brechplatten werden mit Keilen auf dem Rahmen und der Brechschwinge befestigt, sowie mit Blei hintergossen; auch können die Brechplatten ausgehoben und umgewendet werden, wenn sie einerseits zu stark abgenutzt sind. Die Dauer eines Brechplattenpaares kann zu zehn Tagen angenommen werden. Die Brechmaschinen stehen auf gemauerten Fundamenten.

Die Sortirtrommel ist kegelförmig gebaut, ihre Drehachse wagerecht gelagert; beide Steinbrecher führen die von ihnen zerquetschten Steine einer und derselben Trommel in kurzen Schläuchen zu; die Lochweiten der aus einzelnen Ringen zusammengesetzten Trommel betragen 17, 35 und 45 mm, sie macht zwölf Umdrehungen in der Minute und aus ihr entfallen Kutter, Fein- und Normalschotter unmittelbar in untergestellte kleine Rollwagen von $^1/_4$ cbm Inhalt; gröbere Steine entrollen dem unteren Theile der Trommel, werden in Rollwagen aufgefangen, auf die Plattform des Steinbrechers gehoben und wiederholt in das Maul desselben eingeworfen.

Das erzielte Kleingeschläg ist würfelförmig, gleichartig und enthält sehr wenige Splitter.

Ein Steinbrecher erzeugt in der Stunde 1,25 bis 1,5 cbm Schotter. Im Mittel werden 7 pCt. Grobschotter, 29 pCt. Normalschotter, 35 pCt. Feinschotter und 29 pCt. Kutter erhalten; je gröber das Geschläg gequetscht wird, desto geringer ist der Anfall an Kutter.

Der aus der Sortirtrommel fallende Schotter und Kutter wird in Trichtern, die nach vorn offen sind, aufgefangen und fällt in untergestellte Rollkarren, die als Universalkipper gebaut sind; vier Rollbahnen von nur 40 cm Spurweite schlieſsen sich unmittelbar an die Plattform unter der Sortirtrommel an und führen auf leichten, etwa 2 m hohen Holzgerüsten zu einer Laderampe, an welcher die 1,5 cbm fassenden Rollbahnwagen anfahren, welche den Schotter zu der Hauptbahn zu bringen haben. Kann das Entleeren der kleinen Universalkipper in die Rollwagen nicht erfolgen, so wird der Schotter neben den Holzgerüsten angeschüttet und später auf Schubkarren in die Rollwagen verbracht.

Die ganze Steinbruch- und Steinzerkleinerungsanlage ist mittels einer Locomotivbahn von 2 km Länge und 80 cm Spurweite mit der Hauptbahn Regensburg-Eger an der Station Wiesau in Verbindung gesetzt. Die Rollwagen der Förderbahn fahren auf einer Verladerampe an, die 2,5 m höher als das Seitengeleise der Hauptbahn liegt; vier Rollwagen mit je 1,5 cbm

Fassungsraum reichen zur Belastung eines Güterwagens mit 10 Tonnen Tragkraft gerade zu; der Inhalt der Rollwagen entleert sich mittels Kippens der Truhe derselben über eine vorgehängte Tafel leicht und vollständig in den niederwandigen Wagen der Hauptbahn.

Die Verkaufskosten des Basalts sind zur Zeit auf der Station Wiesau: Grobschotter 4,20 ℳ, Mittel- oder Normalschotter 5,50 ℳ, Feinschotter 6 ℳ, Kutter gereinigt 2 ℳ, desgleichen ungereinigt 1 ℳ f. d. cbm. Die Jahresausbeute des etwa seit zehn Jahren bestehenden Werkes beträgt rund 20000 bis 25000 cbm.

Die Triebendorfer Anlage ist erst allmählich zu ihrer dermaligen Ausdehnung und Bedeutung gelangt. Dementsprechend sind die Einrichtungen keine ganz vollkommenen. Die beiden Steinbrecher sind zu nahe zusammengedrängt, die Verwendung von nur einer Sortirtrommel für zwei Steinbrecher erfordert raschen Gang der ersteren, was das richtige Sondern der Steine behindert; im übrigen ist jedoch die Anlage sehr brauchbar und lehrreich.

Das Basaltwerk Steinmühl in Bayern, der ersten bayerischen Basaltactiengesellschaft Bayreuth gehörig, ist auf einem vor zehn Jahren mit 300000 ℳ Aufwand erworbenen Basaltfelde von 40 ha angelegt und 1881 mit Einrichtungen für maschinelle Steinzerkleinerung versehen worden. Der Basalt ist hier ein ungewöhnlich festes, meist in massiger Form, nahezu ohne jede Einlagerung von Thon u. dergl. anstehendes Gestein; nur ausnahmsweise kommt neben dem Kugelbasalt auch Säulenbasalt vor. Das Gestein ist auch da, wo es zu Tage steht oder nur unter der kaum 30 cm dicken Bodenschicht liegt, nahezu völlig unverändert geblieben; auf der Oberfläche der Steine ist nur eine dünne Oxydationsschicht bemerklich, während der Kern ganz frisch und von vorzüglich schönem Bruche ist. Der Steinbruch wird in 10 m hoher Wand abgebaut, Abraum ist nur in ganz unbedeutendem Maſse vorhanden. Das Brechen der Steine erfolgt im Verding mittels Abschrotens und Abpickelns nach den einzelnen Abgängen der Felsmasse; nur ausnahmsweise muſs das Gestein mit Dynamit gelockert und zum Absturz gebracht werden. Eine im Steinbruch liegende Rollbahn von 80 cm Spurweite dient zur Abfuhr der zuvor geschroteten Steine nach der Quetscherei (Abb. 15, Bl. 52). Die Rollwagen werden unmittelbar neben das Brechmaul der Steinbrecher gefahren und daselbst seitlich entleert, sodaſs das Einbringen der Steine in die Steinbrecher ganz geordnet und mit gröſster Leichtigkeit erfolgen kann. Die beiden Steinbrecher stehen neben einander und werden von einer durch einen Röhrenkessel gespeisten Dampfmaschine von 30 Pferdekräften betrieben; Dampfkessel, Dampfmaschine und die beiden Steinbrecher sind in einem leichten Fachwerksgebäude aufgestellt. So weit dasselbe der Steinquetscherei dient, ist es zweigeschossig angelegt, derart, daſs im oberen die beiden Steinbrecher, Vorgelege und Hebezeuge, im unteren, 3 m hohen Geschoſs die Sortirtrommeln aufgestellt sind.

Die auf gemauerten Fundamenten ruhenden Steinbrecher sind nach dem bis jetzt wenig bekannt gewordenen System von Blake-Marsdon (Abb. 16 u. 17, Bl. 52) gebaut, das sich von dem sonst üblichen Blakeschen System dadurch unterscheidet, daſs auf der Excenterachse statt eines Excenters deren zwei aufgebracht sind, die bezüglich der Excentricität um 180° gegen einander verstellt sind; die beiden Excenter wirken auf je eine Brechschwinge, welche abwechslungsweise das Zerdrücken der in das 500/200 mm groſse Brechmaul eingeworfenen Steine bewirken. Auſserdem bestehen die festen und beweglichen Brechbacken der beiden Maulhälften nicht aus einem Stück, es sind vielmehr der Höhe nach je zwei Brechplatten über einander eingesetzt; die unteren Platten stehen hierbei um weniges gegen die oberen zurück, es soll dies die Wirkung haben, daſs die in das Maul eingeworfenen Steine am Zurückspringen verhindert werden. Die Zähne der oberen Brechbacken haben 50 mm Breite auf 25 mm Höhe, wogegen diejenigen der unteren Brechbacken nur 40 mm Breite auf 20 mm Höhe besitzen; man nimmt an, es habe die Verschiedenheit der Verzahnung der Brechbacken den Erfolg, daſs die oberen gröberen Zähne die eingeworfenen Steine erst in gröſseren Schrott zerbrechen, worauf die feinere Verzahnung der unteren Backen denselben vollends zu Schotter zerkleinert.

Die schon im Basaltwerk Triebendorf gemachte Erfahrung, wonach es nicht zweckmäſsig ist, den Excenter aus zwei durch Schrauben neben der Excenterachse zu verbindenden Stücken zusammenzusetzen, hat auch hier ihre Bestätigung gefunden. Dagegen hat sich die vielfache Theilung der Brechbacken in einzelne Stücke hinsichtlich des Verbrauchs an Brechbacken als recht zweckmäſsig erwiesen.

Die Steinbrecher arbeiten ruhig mit 320 Umdrehungen der Excenterwelle und geben ein sehr gleichmäſsiges Geschläg, dagegen ist nicht zu verkennen, daſs die beschriebene Anordnung der Maschine dieselbe etwas verwickelt macht, daſs die Zufuhr von Schmieröl zur Vermeidung innerer Reibungen, insbesondere zwischen den zwei neben einander arbeitenden Brechschwingen, eine ganz bedeutende sein muſs, und daſs es beträchtlicher Mengen von Kühlwasser bedarf, um eine übermäſsige Erwärmung der stark gedrückten Maschinentheile thunlichst zu verhüten. Das von den Steinbrechern abflieſsende Wasser und Oel wird deshalb in gemauerten Behältern aufgefangen, um wenigstens einen Theil des letztern nach vollzogener Trennung vom Wasser wieder benutzen zu können. Dazu kommt noch, daſs die Blake-Marsdon'schen Steinbrecher eine verhältniſsmäſsig groſse Betriebskraft erfordern und theuer sind, indem dieselben, von Eduard Theiſsen in Leipzig bezogen, ohne Sortirtrommel 5300 ℳ kosten.

Auch die Sortirtrommelanlage bietet Neues (s. Abb. 18 u. 19, Bl. 52). Von dem Quetschmaul der beiden Steinbrecher fällt das gebrochene Material zunächst in kurze, nur mit Oeffnungen von 50 mm Weite versehene Sortirtrommeln, welche diejenigen Steine vom übrigen sofort trennen, welche nachgeschlagen oder wiederholt gequetscht werden müssen. Die zu groben Steine fallen am unteren Ende der kurzen Trommeln heraus in kleine Rollwagen, die von Zeit zu Zeit durch einen unmittelbar daneben befindlichen, von dem Triebwerk zu bewegenden Aufzug so hoch gehoben werden, daſs sich der Inhalt der kleinen Rollwagen in Rinnen entleeren kann, welche das zu grobe Geschläg von selbst dem Maul der Steinbrecher zuführen, damit es wiederholt gequetscht wird. Aus den 50 mm weiten Oeffnungen der kurzen Sortirtrommeln fällt das zerkleinerte Gestein in Trichter, welche dasselbe in zwei lange Sortirtrommeln einführen, die winkelrecht zu den kurzen Sortirtrommeln liegen, mit Oeffnungen von 17, 30, 35 u. 50 mm Weite versehen sind und nur 7 Umdrehungen in der Minute machen. Die beschriebene Anordnung der Sortirtrommeln ist auſserordentlich übersichtlich, sie gewährt auch den nicht zu unterschätzenden Vortheil, daſs die zu groben

Steine nur die kurzen Vorsortirtrommeln durchlaufen und auf kürzestem Wege ausgeschieden werden. Die bezeichnete Einrichtung ist jedoch nur möglich, wenn die verfügbare Höhe unter der Brechmaschine um die für die kurze Vorsortirtrommel erforderliche Höhe gröfser ist als bei der gewöhnlichen Anordnung mit nur einer Sortirtrommel.

Der Vorplatz vor den Sortirtrommeln ist mit glatten Eisenplatten belegt, auf welchen die kleinen, nur $^1/_4$ cbm fassenden Universalkipper leicht bewegt und zu den daselbst einmündenden Verladegeleisen gebracht werden können; die letzteren führen theils auf leichten Holzgerüsten mit einiger Ansteigung über die Nebengeleise der Hauptbahn, wo die Universalkipper in die Güterwagen entleert werden, theils zu Vorrathsplätzen, von welchen das Geschläg in Tragkästen von 1/7 cbm Inhalt durch je zwei Mann in die Eisenbahnwagen getragen und entleert wird.

Ein Steinbrecher erzeugt in der Arbeitsstunde trotz der aufgewendeten Betriebskraft von annähernd 15 Pferdekräften nur 2 cbm Geschläg; der Anfall an Kutter beträgt etwa 22 pCt. Neben dem von den beiden Steinbrechern in einem Jahre gelieferten Geschläg von 15000 cbm werden noch beträchtliche Mengen Basalt von Hand geschlagen; es werden hierbei 4 bis 5 ℳ f. d. cbm bezahlt, wobei sich ein Arbeiter auf annähernd 1,80 ℳ Tagelohn zu stellen vermag. Die Kosten des Maschinengeschlägs betragen frei Station Steinmühl

für Grobschotter, aus 50 mm Lochweite . . . ℳ 5,30,
für Mittelschotter, aus 35—40 mm Lochweite . ℳ 6,00,
für Feinschotter, aus 30 — 35 mm Lochweite . ℳ 6,70,
für ebensolchen, aus 17 — 30 mm Lochweite . ℳ 2,50,
für Kutter, geworfen . . . . ℳ 1,70,
für Kutter, ungeworfen . . . . ℳ 1,00.

Grundzüge der Einrichtung des Basaltwerks Urach.

Bei der Anlage des Basaltwerks Urach war zu beachten, dafs nur ein kleiner Theil des Jahreserzeugnisses auf den benachbarten Staatsstrafsen Verwendung finden kann, der weitaus gröfste Theil des Basalts mufs auf der Eisenbahn bis zu 80 km Entfernungen versendet werden.

Die der Basaltfundstätte „Eisenrüttel" zunächst gelegene Eisenbahnstation ist Urach, das derzeitige Ende der 10 km langen Privatbahn Metzingen-Urach. Kommt ein seit geraumer Zeit seitens der betreffenden Landestheile erstrebter Eisenbahnaufgang von Reutlingen oder Urach auf die schwäbische Alb gegen Ulm endlich zu Stande, was als wahrscheinlich erachtet werden mufs, so ist auch das Basaltwerk Urach in den Bereich der einen oder der andern dieser Bahnanlagen zu ziehen. Vorerst liegt der Basaltkopf „Eisenrüttel" noch 8 km von der Bahn entfernt; ein neuangelegter, jedoch nur theilweise besteinter Waldweg führt auf 3 km Länge mit Gefällen bis zu 13 pCt. 340 m ins Ermsthal hinab, wo die Staatsstrafse erreicht wird, welche sich mit 1 bis 6 pCt. Gefälle auf 5 km Länge zu dem 80 m tiefer gelegenen Bahnhof Urach hinabsenkt. Die Zusammenfassung des Steinbruchbetriebes und der Steinzerkleinerung konnte unter den zur Zeit gegebenen Verhältnissen nicht als zweckmäfsig erscheinen, es mufste vielmehr die Steinquetscherei in das Ermsthal verlegt werden, wobei darauf Rücksicht zu nehmen war, dafs die Einrichtung je nach der Ausführung der einen oder der andern der oben angedeuteten Bahnen entsprechend und ohne übermäfsige Kosten verändert werden kann.

Eingehende vergleichende Berechnungen haben gezeigt, dafs die für den Versand des Schotters bequemste Aufstellung der Steinquetscherei beim Bahnhof Urach sowohl hinsichtlich der erstmaligen Einrichtung als der Betriebskosten der Dampfkraftbeschaffung wegen wesentlich theurer zu stehen gekommen wäre, als der Anschlufs der Steinquetscherei an eines der zahlreichen, im Ermsthal vorhandenen Wasserwerke. Man entschlofs sich, der günstigen Anerbietungen wegen, zur Aufstellung der Steinquetscherei neben der Getreidemühle des E. Deusch in Georgenau; hier konnte die Kraft eines der beiden neugebauten oberschlächtigen eisernen Wasserräder mit 500 Secundenliter Aufschlagwasser bei 3,85 m nutzbarem Gefälle, also 27 rohen oder 19 wirklichen Pferdekräften für ein Rad miethweise unter annehmbaren Bedingungen erhalten werden, aufserdem waren die Raumverhältnisse für die Entwicklung der Steinquetscherei und die Lagerung vorräthiger Steine sehr günstige.

Hiernach ergaben sich die Grundzüge für die mit möglichster Sparsamkeit zu treffende Gesamtanlage von selbst: die Steine waren im Eisenrüttel zu brechen, auf neu anzulegendem Steinbruchweg, dem oben genannten Waldweg und der Staatsstrafse zur Steinquetscherei Georgenau zu führen, wo die maschinelle Zerkleinerung zu erfolgen hatte; der Schotter war durch Strafsenfuhrwerke auf der Staatsstrafse zur Station Urach zu führen und dort durch geeignete Vorrichtungen in die Eisenbahnwagen zu schütten.

Dementsprechend hat auch die Ausführung des Basaltwerks stattgefunden.

Einrichtung des Basaltbruchs Eisenrüttel.

Die Basalt bergende Waldfläche des Bergkopfs „Eisenrüttel" gehört der Staatsforstverwaltung; die Ausbeutung des Basaltlagers wurde der K. Strafsenbauverwaltung mit der Verpflichtung thunlichster Schonung des Waldes in der Weise überlassen, dafs f. d. cbm gewonnenen Basaltschotters 0,30 ℳ Entschädigung zu bezahlen sind; aufserdem hat die Strafsenbauverwaltung den 3 km langen Waldweg vom Steinbruch bis zur Staatsstrafse im Ermsthal zu unterhalten. Der durch Schürfungen aufgedeckte Fufs des Basaltkopfes wurde zunächst mittels eines, mit 6 pCt. von der Wasserscheide und den dort beginnenden Waldweg fallenden Abfuhrweges zugänglich gemacht. Der über dem tiefsten Punkte desselben anstehende Basalt wird gegenwärtig in zwei Stufen von 5 m Höhe abgebaut. Auf jeder Stufe liegt eine Rollbahn von 50 cm Spurweite, von welcher aus sowohl der Abraum auf die Thalseite des Abfuhrweges geführt, als auch der gebrochene Basalt auf einer auf letzterem liegenden Rollbahn zu einem auf der Wasserscheide errichteten Umladegerüste geführt wird. Eiserne Seitenkipper von $^3/_4$ cbm Fassungsraum werden von Pferden zu dem Umladegerüste gezogen, auf welchem die Rollwagen so gekippt werden, dafs sich die Bruchsteine ohne weitere Handarbeit in die zur Seite des Gerüstes aufgestellten Strafsenfuhrwerke entleeren.

Die im ganzen etwa $^1/_2$ km lange Rollbahn des Steinbruchs ist als tragbare Stahlbahn samt den Seitenkippern von Orenstein und Koppel in Dortmund bezogen worden; die 65 mm hohen Stahlschinen wiegen 6,75 kg m, die 700 mm langen, 35 mm hohen Stahlquerschwellen von _/‾_ Form wiegen 6,50 kg das Stück, sie liegen in 800 mm, am Schienenstofs in 500 mm Abstand; die Geleise sind in Jochen von 2,5 und 5 m Länge geliefert worden; 4 Weichen von je 200 kg Gewicht und 8 eiserne

Seitenkipper von je 340 kg Gewicht vollenden die Einrichtung. Es kostete 1 m Gleis 2,85 *M*, die Weiche 57 *M*, 1 Wagen 107 *M*. Das Lösen des stark zerklüfteten Basalts erfolgt mit Stahlpickeln von 4 kg Gewicht und mit Hebeisen; das Zerkleinern des zum Theil in Blöcken bis zu 4 cbm Inhalt sich ablösenden Basalts geschieht in der Hauptsache mit Stahlschlegeln von 7,5 kg Gewicht; insoweit dieselben nicht genügen, werden die Blöcke mit 22 mm starken zweimännigen Stahlstofsbohrern angebohrt und mit Gelatine-Dynamit zersprengt. Zum Unterstand der Arbeiter während der Sprengungen dienen zwei mit Holz und Erde bedeckte, an die Bergwand angelehnte Schuppen vom 5 m Länge und 2 m Breite; die Aufbewahrung des Dynamits erfolgt in einem 80 m vom Bruch entfernt liegenden kleinen Felsenkeller. Sämtliche Arbeiter tragen, solange sie selbst den Basalt mit dem Schlegel bearbeiten oder sich in kleinerer Entfernung als 10 m von Arbeitern befinden, die solche Geschäfte vollziehen, Schutzbrillen aus engmaschigem, mit Band eingefafstem Drahtgeflecht. Ein Blockhaus von 6 m Länge und 5 m Breite dient den Arbeitern zur Einnahme ihrer Mahlzeiten und zum Schutz gegen die gröbsten Unbilden der Witterung.

Das auf der Wasserscheide neben dem Abfuhrweg angelegte Umladegerüst ist in der aus der Zeichnung Abb. 4, Bl. 54 ersichtlichen Weise ausgeführt, auch einerseits mit Brettern verschalt worden, um den Fuhrleuten einen einigermafsen geschützten Raum zum Einstellen ihrer Pferde während der Fütterung zu bieten. Der 3 km lange Abfuhrweg (Waldweg) ist 4 m breit und nur theilweise ordnungsmäfsig besteint, das allmähliche Einsetzen eines 3 m breiten Steinkörpers aus Jurakalksteinen, sowie die Unterhaltung des Weges machen zur Zeit noch unverhältnifsmäfsig hohe Aufwendungen nothwendig.

Im Steinbruch werden endlich auch einige 100 cbm kleine Steinschroppen, welche von den Fuhrleuten nicht aufgeladen werden, zusammengelesen und von Hand um 2,70 *M* f. d. cbm zerkleinert.

Steinquetscherei in Georgenau.

Wie schon erwähnt, hat man die Steinquetscherei auf einem im Privatbesitze befindlichen Grundstücke in unmittelbarer Nähe einer Getreidemühle zur Ausführung gebracht und hierbei die Wasserkraft der letzteren zum Quetschereibetrieb verwendet.

Die zur Aufstellung der Gebäude, zur Lagerung der Materialien und dergleichen erforderliche Grundfläche von 40 Ar wurde auf unbeschränkte Zeit, jedoch nicht unter 20 Jahre, um mäfsigen Preis gepachtet, und das Wasserwerk der Mühle derart auf Kosten der Strafsenbauverwaltung abgeändert, dafs die Steinquetscherei durch eines der beiden oberschlächtigen Wasserräder betrieben werden kann. Für die Benutzung der hälftigen Wasserkraft erhält der Mühlenbesitzer eine Entschädigung von 0,30 *M* für jedes cbm erzeugten Schotters, wogegen die Unterhaltung des Wasserwerks dem Müller ausschliefslich verblieben ist. Nach Ablauf von 20 Jahren ist beiderseits einjähriges Kündigungsrecht ausbedungen. Die Getreidemühle wird neben der Steinquetscherei in der seither üblichen Weise und Ausdehnung weiter betrieben.

Die zur Quetscherei gepachtete Grundfläche liegt unmittelbar neben der nach Urach führenden Staatsstrafse, 17 m von letzterer, 33 m von der Mühle entfernt ist der Steinbrecher aufgestellt (Abb. 1 u. 2, Bl. 53). Der freie Raum zwischen der Staatsstrafse und der Quetschhütte dient zur Ablagerung vorräthiger Bruchsteine. Zu beiden Seiten der Quetschhütte neben dem Ermsflufs befinden sich Lagerplätze für zerkleinerten Basalt.

Die in einfacher Weise ausgeführte Quetschhütte (Abb. 3—8, Bl. 53) mufste auf Pfähle gegründet werden und enthält aufser dem Steinbrecher im Dachraum die Kraftübertragungen, im Untergeschofs die Sortireinrichtung. Der Boden des Untergeschosses ist auf seine ganze Ausdehnung mit Walzeisenplatten von 12 mm Dicke auf Kiesbettung belegt, um das Ein- und Ausfahren der Rollwagen, sowie das Wenden derselben möglichst zu erleichtern; in derselben Weise ist der Fufsboden des ersten Geschosses vor der Einwurföffnung des Steinbrechers geschützt, weil hier bei regelmäfsig verlaufendem Betrieb die Steinbruchfuhrwerke ihre Ladung abwerfen; wegen des geringen Höhenunterschiedes zwischen der Staatsstrafse und dem nebenan liegenden Wiesengelände konnte der Boden des ersten Geschosses nicht in die Höhe der Einwurföffnung des Steinbrechers gelegt werden, was sehr wünschenswerth gewesen wäre, letztere liegt nun 40 cm höher als ersterer.

Der Steinbrecher (Abb. 9—11, Bl. 53) besteht aus einem gufseisernen Rahmen von 110 mm Dicke ohne die sonst übliche Verstärkung mittels eines umgelegten schmiedeeisernen Ringes. Die Excenterwelle ist aus bestem Gufsstahl, Excenterstück und Brechschwinge aus zähem Gufseisen angefertigt; für die Druck- oder Kniehebelplatten war zu Anfang gleichfalls Gufsstahlverwendung in Aussicht genommen, man sah jedoch hiervon ab und verwendete Gufseisen, damit diese leicht auszuwechselnden Theile und nicht etwa das Excenterstück brechen, wenn die Maschinein ungewöhnlicher Weise beansprucht wird.

Die Enden der Druckplatten bewegen sich in entsprechend ausgehöhlten Stahllagern. Am hinteren Ende des Rahmengestells befindet sich der mittels zweier Schrauben bewegliche Stellkeil, welcher den Abstand der Brechbacken regelt. Das Brechmaul hat 400/250 mm obere Weite; die Brechbacken bestehen aus Hartgufs von Königsbronn; der feste Backen wird in dem Rahmengestell des Steinbrechers mit zwei Seitenkeilen von Hartgufs festgehalten und mit Schwefel vergossen; der bewegliche Brechbacken wird mittels eines Keils und zwei Schrauben auf die Brechschwinge befestigt, wobei Pappdeckel zwischen gelegt werden. Die Art und Weise der 20 mm hohen, mit rechtwinkligen Schneiden versehenen Verzahnung der Brechbacken ist aus der Zeichnung ersichtlich; die Brechbacken können umgesetzt werden, wenn sie an ihrem unteren Ende schadhaft geworden sind. Die Dauer der festen Brechbacken beträgt im Mittel 30 und höchstens 74 Tage, diejenigen der beweglichen Brechbacken dagegen im Mittel 56 und höchstens 96 Tage; sie ist aufserordentlich verschieden und von mancherlei Zufälligkeiten abhängig. Mit den beweglichen Brechbacken wurden 830 bis 2480, mit den festen dagegen 120 bis 2080 cbm Schotter gebrochen, während das mittlere Erzeugnifs nur 1500 beziehungsweise 800 cbm beträgt und manche Brechbacken schon wenige Tage nach ihrem Einsetzen unbrauchbar wurden. Die Rückwärtsbewegung der aus zähem Gufseisen bestehenden Brechschwinge erfolgt beim Niedergang des Excenters mittels einer auf fünf Gummischeiben aufsitzenden Zugstange; die zu Anfang des Betriebes statt der Gummischeiben verwendeten Stahlfedern haben sich, der häufigen Brüche wegen, wenig zuverläfsig erwiesen und wurden deshalb bald verlassen. Auf der Excenterachse befinden sich zwei kräftige Schwungräder nebst einer Antrieb- und einer Leerlaufscheibe.

Besondere Sorgfalt ist der Schmierung der Reibungsflächen aller in Bewegung befindlichen Theile des Steinbrechers zugewendet worden. Die anfänglich im Gebrauch gewesene Mineralöl-Schmierung wurde wegen der anhaltenden Erwärmung des Excenterstücks, wegen der Unzulänglichkeit der Schmierung in den Stahllagern der Kniehebelplatten und wegen der unvermeidlichen Oelvergeudung bald ganz verlassen und durch Schmierung mit festem Fett in Stauffer'schen Büchsen ersetzt; es sind hierbei nicht nur die Lager und Wellen reichlich mit Schmierbüchsen ausgestattet worden, sondern man hat auch für die besonders stark in Anspruch genommenen Stahllager der Kniehebelplatten in der Brechschwinge, im Excenterstück und im beweglichen Keilstück Schmiercanäle auf die ganze Länge der genannten Maschinentheile ausgebohrt, in welche das Fett durch Stauffer'sche Schmierbüchsen hineingepreſst wird; kleine, durch die Stahllager gebohrte Löcher führen das Fett jedem Kopfende der Kniehebelplatten an sieben Stellen zu. Diese Einrichtung hat sich sehr gut bewährt. Auſserdem hat sich die vollständige, mit Pappestreifen gedichtete Abdeckung aller schwingenden Theile und der zugehörigen Lager von der Achse der Brechschwinge bis zum hinteren Theile des Rahmengestelles deshalb als recht vortheilhaft erwiesen, weil hierdurch der beim Quetschen entstehende, zerstörend wirkende Staub von den geschmierten Theilen des Steinbrechers möglichst fern gehalten wird.

Der Steinbrecher arbeitet mit etwa 180 Umdrehungen der Excenterachse in der Minute.

Eine an der Thalwand gefaſste Quelle liefert in 3 cm weiter schmiedeeiserner Leitung dasjenige Wasser, welches nöthig ist, um die in das Brechmaul eingeworfenen Steine in letzterem zu netzen und die Bildung von Staub daselbst und in der Siebtrommel zu vermindern.

Der Steinbrecher ist zur Verhütung von Unfällen mit einer starken Bretterumzäunung umgeben, auch wurde vor dem Brechmaul ein Einwurftrichter aus Stahlblech angebracht. Das Gesamtgewicht des Steinbrechers beträgt 4,5 Tonnen. Zwei über dem Steinbrecher an das Gebälk der Quetschhütte angehängte Schrauben-Flaschenzüge ermöglichen das Auseinandernehmen der Maschine behufs deren Reinigung und das Auswechseln einzelner Theile in leichter Weise.

Die endgiltige ordnungsmäſsige Ingangsetzung des Steinbrechers hat den Lieferanten Brink und Hübner in Mannheim viele Schwierigkeiten und Opfer verursacht. Die auſserordentliche Härte und Zähigkeit des zu zerkleinernden Basalts veranlaſste während der vier ersten Betriebsmonate häufige Brüche an der Brechschwinge, dem Excenterstück und den Kniehebelplatten; es muſs jedoch anerkannt werden, daſs die Lieferanten unverdrossen mit Ergänzungen und Verbesserungen solange fortfuhren, bis der Steinbrecher vollkommen betriebsfähig war. Der Steinbrecher hat einschlieſslich der Aufstellung 1780 ℳ gekostet. Es ist wohl selbstverständlich, daſs zur Sicherung des geordneten Fortganges der Steinzerkleinerungsarbeiten sowohl eine angemessene Zahl von Ersatzstücken zur Stelle, als durch Uebereinkunft mit einem leistungsfähigen Lieferanten Vorsorge dafür getroffen sein muſs, daſs schadhaft gewordene Theile des Steinbrechers nach den der Fabrik zum Voraus einzuhändigenden Zeichnungen beziehungsweise Modellen sofort erneuert werden können. Ein Excenterstück nebst zugehöriger Achse, eine Brechschwinge und ein Stellkeil müssen neben der nöthigen Zahl von Brechbacken und Kniehebelplatten stets verfügbar sein. Der jährliche Bedarf an Ersatzstücken beträgt etwa vier Brechbacken an den Schwingel, acht Brechbacken an das Rahmengestell, vier Seitenkeile und acht Kniehebelplatten.

Die Preise für die Auswechslung einzelner Theile des Steinbrechers sind aus nachstehender Zusammenstellung ersichtlich:

	Gewicht	Preis
eine guſseiserne Brechschwinge mit Stahleinlage	400 kg	205 ℳ,
ein guſseisernes Excenterstück mit zwei Stahleinlagen	300 kg	296 ℳ,
eine Excenterachse von Guſsstahl	100 kg	110 ℳ,
ein Stellkeil mit einer Stahleinlage . . .	61 kg	52 ℳ,
Hartguſs-Brechbacken mit eingeschnittenem Gewinde zum Einschrauben eines Hackens beim Auswechseln und abgerichteten Auflagerflächen und zwar		
ein fester Backen	140 kg	42 ℳ,
ein beweglicher Backen	120 kg	36 ℳ,
ein Hartguſs-Seitenkeil ins Brechmaul . .	35 kg	12 ℳ,
eine Kniehebelplatte von Guſseisen mit gehobelten Auflagerflächen	27 kg	12 ℳ,
eine Stahleinlage für das Auflager der Kniehebelplatten	30 kg	32 ℳ.

Sortirvorrichtung. (Abb. 11 Bl. 53). Der schon im Steinbruch auf Brocken von nicht mehr als 10 kg geschrotete Basalt wird von der eisernen Pritsche vor dem Steinbrecher in das Maul des letzteren mit Schaufel und von Hand eingeworfen; das zerquetschte Gestein fällt durch einen Blechschlauch in das Innere einer im Untergeschoſs der Quetschhütte aufgehängten Sortirtrommel von 4,25 m Länge mit nur 8,7 pCt. Steigung; die Trommel macht 13 Umdrehungen in der Minute. Der Mantel der Trommel bestand während der beiden ersten Betriebsjahre aus Stahlblech mit Löchern von 20 und 45 mm Weite; da es sich jedoch behufs der geordneten Ausscheidung des Kutters als nöthig erwies, den oberen Theil der Trommel mit einem Drahtgeflecht mit quadratischen Oeffnungen von 10 mm zu umgeben, so ersetzte man die schadhaft gewordene ursprüngliche Blechtrommel durch eine solche aus Stahldrahtgeflecht von A. L. Hercher in Leipzig. Die Geflechte haben in vier Trommeln von oben nach unten 10, 17, 45 und 60 mm Maschenweite und bestehen aus Draht von 7 und 5 mm Dicke; die einzelnen Trommeln können nach Bedarf ausgewechselt, auch einzelne Ausbesserungen an den Geflechten selbst vorgenommen werden. Die Sortirtrommel mit Drahtgeflecht entspricht zwar hinsichtlich ihrer Leistungen den gehegten Erwartungen vollkommen, sie ist jedoch zur Zeit noch theuer, da der Drahtbezug 200 ℳ kostet. Die ersten, 10 mm weiten, 7 mm starken Geflechte der Trommel bleiben bis zur Erzeugung von 4000 cbm Schotter, d. i. 7 Monate lang brauchbar. Die zweiten, 17 mm weiten, 7 mm starken Geflechte erweisen sich 9 Monate lang verwendbar. Die dritten und vierten, 45 mm bezw. 60 mm weiten Geflechte zeigen nach 9 Monate langer Verwendung erst hälftige Abnutzung.

Die Sortirtrommel wird zur Verminderung der lästigen Staubbildung von oben her von Wasser überrieselt, auſserdem ist sie mit einem Holzkasten, mit vier unten angehängten Trichtern umgeben, welch letztere das aus den einzelnen Trommelabtheilungen fallende Material aufnehmen und untergestellten Rollwagen zuführen; während dessen, daſs man gefüllte Wagen gegen leere auswechselt, kann die untere Oeffnung der Trichter mit Blechschiebern geschlossen werden.

Die 10 mm weiten Maschen der Sortirtrommel lassen nur Kutter und Unrath durchfallen, die 17 mm weiten Oeffnungen liefern Feinschotter, 45 mm Weite giebt Normalschotter und 60 mm Weite Grobschotter. Noch gröfsere Steine rollen aus dem unteren Ende der Sortirtrommel in einen daselbst aufgestellten Rollwagen und werden hier entweder sofort von Hand nachgeschlagen oder auf der Rollbahn in das erste Geschofs der Quetschhütte geführt, um wiederholt in das Brechmaul eingeworfen zu werden. Der Schotter wird nach Sorten auf den hierfür bestimmten Geleisen entweder auf Vorrathshaufen oder auf die Verladerampe geführt, wo das Entleeren der Wagen in die Strafsenfuhrwerke erfolgen kann.

Der Kutter, dem Reste des Lehms beigemengt sind, welcher den Basalt im Steinbruch theils überlagert, theils die Abgänge desselben füllt, wird auf einem kurzen Geleise zu einer 2×3 m grofsen Holzpfanne geführt, in welche ein kräftiger, von der Wasserhaltung der Mühle hergeleiteter Wasserstrahl mit etwa 20 Secundenliter einströmt; hier wird der Kutter eingeschüttet, 10 Minuten lang mit Krücken durchgearbeitet, wobei das verunreinigte Wasser durch ein Uebereich der Pfanne dem Bachbette zufliefst; alsdann wird der Kutter in einer 27 m langen, 27×27 cm weiten Holzrinne mit 5 pCt. Gefälle einer zweiten Holzpritsche zugeflöfst, aus welcher er ausgeschöpft, in Rollwagen verladen und auf die für Kutter bestimmten Lagerplätze verführt wird. Der Kutter wird bei dem vorbeschriebenen Verfahren so rein, dafs er zu Cement- und Betonarbeiten sehr gesucht und zur Unterhaltung schöner Gehwege gern verwendet wird.

Zur Ingangsetzung der Steinquetscherei dient eines der beiden oberschlächtigen Wasserräder der Georgenauer Mahlmühle (Abb. 1—3, Bl. 54); die Räder haben je 3,40 m Höhe, 2,0 m Breite, sind als Zellenräder für je 500 Secundenliter Aufschlagwasser gebaut und werden von dem recht beständigen, im Mittel 800 Secundenliter führenden Wasser der Erms getrieben. Das Wasserrad macht acht Umdrehungen in der Minute und bringt mittels zweimaliger Uebersetzung das Kronrad der Mühle in 32 Umdrehungen in der Minute; von letzterem entnimmt ein Zahnrad von 400 mm Durchmesser die Betriebskraft für die Steinquetscherei und überträgt dieselbe mittels eines conischen, mit abnehmbarer Schutzhaube versehenen Getriebes auf die an der Aufsenwand des Mühlgebäudes laufende, 2 m Durchmesser haltende Drahtseilscheibe, die eine Umfangsgeschwindigkeit von 19 m erhält.

Zum Abstellen der Getriebe des Basaltwerks während derjenigen Zeit, innerhalb welcher das Wasserrad des letzteren aushülfsweise zum Mühlebetrieb verwendet werden darf, dient ein vom Biet der Mühle aus leicht zu handhabender Ausrücker (Abb. 12 u. 13, Bl. 53). Die mit Lederausfütterung versehenen Drahtseilscheiben sind für eine Drahtseilstärke von 10 mm und eine Kraftübertragung von 24 Pferdekräften ausgeglichen; das Drahtseil besteht aus sieben Litzen von je sieben Drähten zu 1 mm Stärke. Die zweite Seilscheibe (Abb. 14, Bl. 53) befindet sich im Dachstock des Quetschereigebäudes. Auf der Achse derselben ist die 690 mm im Durchmesser haltende Riemscheibe für den Betrieb des Steinbrechers aufgesetzt; Länge und Stärke der Welle der Seilscheibe in der Quetschhütte sind so gewählt worden, dafs bei eintretendem Bedarf die Antriebscheiben eines zweiten oder dritten Steinbrechers aufgebracht werden können. Lederriemen verbinden die Riemscheibe der Drahtseil-Kraftübertragung mit denjenigen des Steinbrechers und von hier aus mit dem conischen Getriebe der Sortirtrommel. Die Riemenläufe sind durch Vertäferung, das Drahtseil durch einen unterhalb desselben aufgehängten Drahtfang verwahrt.

Der Wasserzuflufs zum Wasserrad des Basaltwerks wird von der Quetschhütte aus mittels eines Drahtzuges ohne Ende geregelt; beim Anlassen des Treibrades wird zuvor ein Glockenzeichen gegeben.

Die Veränderung der Kraftübertragung in der Mühle, von dem Maschinenfabricanten Henning in Metzingen besorgt, hat einen Aufwand von 1500 ℳ, die Drahtseilübersetzung von der Fürstl. Fürstenbergschen Maschinenfabrik Immendingen geliefert, einen solchen von 800 ℳ verursacht.

Anläfslich einer im Januar 1886 vorgenommenen Prüfung der maschinellen Einrichtung wurde erhoben, dafs der Steinbrecher allein bei voller Arbeit und einem Erzeugnifs von 2,2 cbm Schotter in der Stunde 5,4 Pferdekräfte und die Kraftübertragung 2,3 Pferdekräfte, beide zusammen somit 7,7 Pferdekräfte verbrauchen, während bei mittlerem Wasserstande 19 nutzbare Pferdekräfte für das Basaltwerk verfügbar sind.

Das Verführen des Schotters erfolgt auf dem Arbeitsplatze in Georgenau unter Benutzung einer von Georg v. Cölln in Hannover gelieferten, etwa 300 m langen Rollbahn; sie besteht aus tragbaren Jochen von 2,5 und 5 m Länge mit 60 mm hohen Stahlschienen von 5 kg m Gewicht; die 700 mm langen Querschwellen liegen in 900 mm, an den Stöfsen in 450 mm Entfernung und wiegen 6,5 kg; 1 m Bahn kostet 2,80 ℳ. Als Fahrzeuge dienten zunächst Universalkipper, wie solche von Theodor Seeburger in Landshut nach dem Muster der in den oben beschriebenen bayrischen Basaltwerken verwendeten Wagen geliefert wurden; die Wagen haben Holzkästen mit 0,20 cbm Fassungsraum und im ganzen nur 80 cm Höhe; die Wagen können durch Kippen nach allen Seiten entleert werden und haben 100 ℳ das Stück gekostet. Aufserdem sind drei Seitenkipper von 0,2 cbm Laderaum von Robert Weifs u. Co. in Frankfurt bezogen worden, die ganz aus Stahl gebaut sind, 120 ℳ das Stück gekostet und sich als recht brauchbar erwiesen haben.

Bei regelmäfsigem Betrieb fahren die Schotterwagen auf einer mit 4 pCt. ansteigenden Bahn nach der Verladerampe, auf welcher der Schotter von den Rollwagen unmittelbar in die Strafsenfahrzeuge entleert wird. (Abb. 6, Bl. 54.) Sind die letzteren nicht zur Stelle, so wird der Schotter auf die neben der Rampe befindliche Betontafel geworfen, von welcher er mit der Schaufel in die Strafsenfuhrwerke zu verladen ist; nur ausnahmsweise, bei stockendem Versand, wird der Schotter auf Lagerplätze gebracht.

Ein der Quetschhütte gegenüber stehendes heizbares Blockhaus, 7 m lang, 4,5 m breit, dient dem Verwalter des Basaltwerks, der in der Georgenauer Mühle wohnt, zur Kanzlei.

Die Verladevorrichtung auf dem Bahnhof Urach.

Die Direction der Ermsthalbahn in Urach, welcher an dem Zustandekommen des Basaltwerkes sehr viel gelegen war, räumte der Strafsenbauverwaltung den erforderlichen Platz zur Anlage eines Verladegerüstes mit Schüttvorrichtung auf dem Bahnhof Urach unentgeltlich ein. Die Anlage ist nach Abb. 5 und 7—12, Bl. 54 erfolgt. Die von der Quetscherei kommenden Strafsenfuhrwerke fahren auf einer kurzen Rampe von 5 pCt.

auf das Schüttgerüst; zwei auf die Breitseite gelegte ⊢⊣ Eisen nehmen hierbei die Räder der Wagen auf und leiten die letzteren an die Entleerungsstelle; die zwischen und neben den ⊢⊣ Eisen eingelegten Dielen werden ab- und die Wagenwandungen ausgehoben, worauf der Schotter vom Wagen in die zwei Schüttrinnen fällt, welche zusammen 4 m lang sind, sodafs sie der Länge eines niederwandigen Eisenbahnwagenkastens entsprechen. Die Schüttrinne mufste wegen der geringen verfügbaren Höhe über dem Eisenbahngeleise aus einem festen und einem beweglichen Theile hergestellt werden, damit die Umgrenzung des lichten Raumes des Bahngeleises nicht dauernd eine unzuläfsige Schmälerung erlitt. Die mit Eisen ausgeschlagenen Schüttrinnen verursachen zwar ein für die Nachbaren lästiges Getöse, die Ausfütterung mit Buchenholz, welche versucht wurde, hat sich jedoch als sehr vergänglich erwiesen.

Betriebsweise des Basaltwerks.

Im Steinbruch ist während der ersten Betriebsjahre das Abräumen sowie das Brechen und Schroten des Basalts an eine Arbeitergenossenschaft verdungen worden zu 1,20 ℳ bis 1,50 ℳ für das cbm Schotter. Da diese Einrichtung zu Unträglichkeiten führte, insbesondere weil es die Arbeiter an der nöthigen Vorsicht bei der Ausführung ihrer Geschäfte fehlen liefsen, so hat die Verwaltung seit einem Jahre das Brechen der Steine selbst übernommen und an 260 Arbeitstagen unter Leitung eines Steinbruchaufsehers mit durchschnittlich 18 Arbeitern ausgeführt. Die Ausbezahlung sowohl der Staatsforstverwaltung, als früher der Steinbrecher, sowie der Fuhrunternehmer erfolgt nach dem Cubikmeter in der Quetscherei erzeugten Schotters, ganz unabhängig davon, ob es sich um Grob-, Normal- oder Feinschotter handelt; der in der Quetscherei sich ergebende Kutter bleibt aufser Berechnung. Das ganze Abrechnungswesen wird hierdurch recht einfach und einheitlich.

Für die Unterhaltung der Abfuhrwege ist ein ständiger, auf die Dienstanweisung der Staatsstrafsenwärter verpflichteter Wegearbeiter mit 456 ℳ Jahreslohn angestellt.

Das Führen der gebrochenen Steine vom Steinbruch zur Wasserscheide geschieht unter Benutzung der Steinbruchbahnen auf etwa 400 m Entfernung mit 6 pCt. Ansteigung zu 0,17 ℳ für das cbm im Verding; ein Fuhrmann besorgt mit zwei Pferden die ganze Arbeit.

Das Steinfuhrwerk von der Wasserscheide bis zur Quetscherei wird von einer Vereinigung von acht Pferdebesitzern im Verding vollzogen; die Fuhrleute bedienen sich kräftiger, langer Truhenwagen mit 1,5 cbm Fassungsraum; das Führen auf 4,5 km langem, theilweise schlechtem Wege kostet gegenwärtig nur 1,69 ℳ für das cbm Schotter.

In der Quetscherei wird im Tagelohn um 1,80 bis 2,20 ℳ bei elfstündiger Arbeit gearbeitet; ein Mann genügt, um die Steine in das Maul des Steinbrechers einzuwerfen, ein Mann hat das Schmieren und Reinigen der Triebwerke, kleine Ausbesserungen u. dergl. zu besorgen, drei Mann führen Schotter und Kutter unter der Sortirtrommel ab. Müssen die gebrochenen Steine von den Lagerplätzen zum Steinbrecher gefahren werden, so sind zwei weitere Arbeiter nothwendig, die zeitweilig auch zur Kutterwäsche verwendet werden.

Das Führen des Schotters und Kutters zur Eisenbahnstation Urach besorgt eine Gruppe von vier Fuhrleuten im Verding mit 1,5 cbm fassenden Truhenwagen; bei 3 km Weglänge mufste f. d. cbm früher 1,20 ℳ, jetzt nur noch 1 ℳ bezahlt werden, wobei sich ein Fuhrwerk mit zwei Pferden und drei Wagen auf einen Tagelohn von 7,50 ℳ stellt.

Der Versand auf der Eisenbahn geschieht meist in niederwandigen Wagen; die Erhebung des Gewichts des geladenen Schotters erfolgt unter Aufsicht des Bahnhofaufsehers, der auch im übrigen das Basaltverladegeschäft auf dem Bahnhof Urach zu überwachen und das Wagebuch zu führen hat gegen eine Entschädigung von 10 Pf. für den Eisenbahnwagen zu 10 Tonnen.

Probewägungen haben ergeben, dafs 1 cbm Bruchsteine 1800 kg, Grobschotter 1700 kg, Normalschotter 1650 kg, Feinschotter 1500 kg, Kutter 1450 kg wiegt; nach diesen Grundzahlen wird am Schlusse jeden Monats das Gewicht des versendeten Basalts in Cubikmeter umgerechnet.

Für die Beförderung von Basaltsteinen zur Unterhaltung der Staats-, Amtskörperschafts- und Gemeindestrafsen von Urach nach sämtlichen württembergischen Eisenbahnstationen ist mit Wirkung vom 1. März 1888 ein Ausnahmetarif von 2,2 Pf. statt 3 Pf. f. d. tkm neben einer Expeditionsgebühr von 6 Pf. für 100 kg auf der Staatsbahn und von 8 Pf. (statt 10 Pf.) auf der Ermsthal-(Privat-)Bahn zugelassen worden. Aufserdem hat sich die letztgenannte Bahn noch zu einer Frachtermäfsigung für kürzere Fuhren nach Orten herbeigelassen, nach welchen der Versand auf der Strafse selbst in Frage kommen könnte.

Die unmittelbare Beaufsichtigung des Betriebes des Basaltwerkes in allen seinen Theilen führt ein gegenwärtig in Georgenau wohnender Verwalter mit etwa 2200 ℳ Jahreseinkommen unter der verantwortlichen Leitung des Strafseninspectors in Reutlingen, der hierfür bisher jährlich eine Vergütung von etwa 400 ℳ erhalten hat. Ein in Urach aufgestellter Zahlmeister hat die Zahlungen und Vereinnahmungen gegen eine Jahresbelohnung von 360 ℳ zu besorgen. Die obere Leitung des Basaltwerkes untersteht der Kgl. Strafsenbau-Verwaltung.

Einrichtungskosten des Basaltwerkes.

Obgleich bei der ersten Einrichtung des Basaltwerkes mit der gröfsten Sparsamkeit vorgegangen wurde, einerseits mit Rücksicht darauf, dafs der Basalt im Eisenrüttel bei einer Jahresausbeute von etwa 6000 cbm vermuthlich nur etwa 80 Jahre ausreichen wird, und andererseits im Hinblick auf die Möglichkeit, die Betriebsstätte je nach der weiteren Entwicklung des württembergischen Eisenbahnnetzes auf der schwäbischen Alb verändern zu müssen, so sind die ersten Anlagekosten doch nicht unbeträchtliche geworden. Auch haben sich während des Betriebes mancherlei Erweiterungen und Ergänzungen der ersten Anlage als nothwendig erwiesen.

Der Stand des Anlagecapitals war am Ende des Betriebsjahres

	1886 ℳ	1887 ℳ	1888 ℳ
Im Steinbruch für Wege, Bahnen, Hütten, Geschirr und Wagen . . .	3129	8043	9927.
In der Quetscherei Georgenau	17486	18811	19678.
An der Verladestelle in Urach	1152	1152	1152.
Gesamtanlagekosten:	21767	28006	30757.
Grundcapital am Ende des Betriebsjahres nach vollzogener Abschreibung von 10 pCt. an Maschinen und 5 pCt. an Gebäuden, Gerüsten, Bahnen u. dergl.		24221	24895.

Betriebsergebnisse des Basaltwerkes.

Der Betrieb des Basaltwerkes ist bisher im Steinbruch wie in der Quetscherei stets ein ununterbrochener gewesen. Die in der Nähe der Quetschhütte vorhandenen Lagerplätze ermöglichen es, etwa 400 cbm Bruchsteine und Schotter aufzuhäufen, sodafs eine Unterbrechung der Steinquetscherei auch dann nicht einzutreten braucht, wenn die Fuhrleute durch besonders ungünstige Witterung oder durch Bestellung ihrer Felder behindert sind und nicht fahren können.

Der gesamte Absatz an Basaltschotter hat betragen:

	1886	1887	1888
	5110 cbm	7160 cbm	7513 cbm,
erzeugt wurde dagegen an Basaltschotter	4820 cbm	7430 cbm	7508 cbm,
hiervon betrug der			
Grobschotter	29 pCt.	31 pCt.	18 pCt.
Normalschotter	58 pCt.	59 pCt.	69 pCt.
Feinschotter	13 pCt.	10 pCt.	13 pCt.
Kutter	10 pCt.	15 pCt.	18 pCt.

Die Herstellungskosten haben im einzelnen f. d. cbm Maschinenschotter betragen

	1886	1887	1888
	ℳ	ℳ	ℳ
Geschäftsleitung	0,46	0,32	0,32,
Bruchzins	0,32	0,30	0,30,
Wegunterhaltung, Gerüste und Bahnen	0,48	0,25	0,36,
Pachtzins von Grundstücken .	0,02	0,02	0,03,
Steinbrechen	1,32	1,45	1,20,
Führen vom Bruch zur Quetscherei	2,80	2,34	1,69,
von da zum Bahnhof .	1,20	1,22	1,00,
Abwägen	0,09	0,10	0,10,
Kraftmiethe	0,30	0,30	0,30,
Handarbeit beim Quetschen . .	0,72	0,50	0,48,
Maschinenunterhaltung	0,10	0,06	0,09,
Bautenunterhaltung	—	0,02	0,34,
Ersatzstücke für Maschinen . .	0,12	0,23	0,23,
Sonstiges	0,07	0,02	0,17,
Selbstkosten f. d. cbm Schotter frei Station Urach . .	8,10	7,13	6,61.

Ferner haben sich die Erzeugungskosten des Kutters folgendermafsen gestaltet:

Kutterabfuhr von der	ℳ	ℳ	ℳ
Quetscherei	1,14	1,30	1,
Wägen	0,10	0,10	0,47,
Waschen	0,70	1,4	0,70,
Selbstkosten f. d. cbm Kutter frei Station Urach . .	1,94	2,44	2,17.

Die Verkaufspreise haben dagegen auf der Station Urach betragen f. d. cbm

	ℳ	ℳ	ℳ
Maschinenschotter	8,50	8,50	8,00,
gereinigten Kutter	2,60	2,60	2,40,

wobei 1887 die vierprocentige Verzinsung des Anlagecapitals mit 16 Pf., die zehnprocentige Abschreibung der Maschinen und Transmissionen mit 15 Pf. und die fünfprocentige Abschreibung an Gebäuden, Gerüsten und sonstigen Betriebseinrichtungen mit 13 Pf., zusammen mit 44 Pf. f. d. cbm Schotter noch zur vollen Deckung gelangt sind.

	1886	1887	1888
Die Betriebsausgaben haben im ganzen betragen in ℳ	38940	52913	53280,
und der gesamte Reinertrag, der sich als von dem Basaltwerk selbst erworbenes Betriebscapital darstellt, desgl.	2479	11508	12032,

Das Grundcapital des Werkes ist hiernach schon nach dreijährigem Betrieb auf nur 13454 ℳ herabgegangen; ist dasselbe vollends getilgt, was innerhalb weniger Jahre erreicht werden wird, so läfst sich der Preis des Basaltschotters noch erheblich weiter ermäfsigen.

Der Staatsforstverwaltung gereicht die Anlage zu erheblichem Nutzen, denn sie bezog an Bruchzins in ℳ

	1533	2317	2442,
Da nur	484	739	2100

cbm Schotter unmittelbar vom Bruch oder der Steinquetscherei auf die benachbarten Strafsen abgeführt wurden, so verblieb der weitaus gröfste Theil der Fuhren der Eisenbahn; es gingen in Urach ab

Eisenbahnwagen zu 10 Tonnen	709	1171	984,
an Versandtstationen . . .	8	17	18,
mit von den Empfängern zu entrichtenden Frachten von . .	ℳ 20347	ℳ 36312	ℳ 25056.

In dem Betrieb finden dauernden Arbeitsverdienst

Steinbrecher und Tagelöhner	25	31	29
bei einem mittleren Tagelohn von	1,45	1,80	2 ℳ,
Fuhrleute mit je zwei Pferden	9	12	10
mittlerer Tagelohn	6,40	7,80	7,40 ℳ,
Zahl der Unfälle	2	4	3
dauernde Unfallversicherungs-Jahresrenten	—	124	540 ℳ.
Die jährliche Verausgabung an Tag-, Fuhr- und Verding-Löhnen beträgt annähernd	26800	42800	37500 ℳ.

Schlufswort.

Das Basaltwerk Urach ist von dem Unterzeichneten in Gemeinschaft mit dem Bauinspector Leibbrand in Reutlingen entworfen und ausgeführt worden. Die Behandlung rechtlicher Fragen unterstand Regierungsrath Schmidhäuser; bei der Herstellung der maschinentechnischen Einrichtung der Quetscherei hat Civilinjenieur Grofs die Verwaltung berathen.

Das Basaltwerk entspricht nach allen Beziehungen den gehegten Erwartungen. Es verschafft der Staatsstrafsenbau-Verwaltung die Möglichkeit, hartes vorzügliches Strafsenunterhaltungsmaterial von der Mitte des Landes aus in weitem Umkreis zur Verwendung zu bringen und dadurch den allgemeinen Landesverkehr wesentlich zu erleichtern; es verschafft einem von der Natur wenig begünstigten Theile der Landesbewohner willkommene Gelegenheit zu Arbeit und Verdienst, und es führt endlich der württembergischen Staats- und der Urach-Metzinger Privatbahn erhebliche Mehreinnahmen zu. Das ganze Werk ist daher vom technischen und volkswirthschaftlichen Standpunkte aus als eine wohlgelungene Anlage zu bezeichnen.

Stuttgart, im Februar 1889. Leibbrand.

Allgemeines über statische Untersuchungen und über die Kennzeichen einfacher Fachwerke.

Die statischen Berechnungen spielen heutzutage eine wichtige Rolle in der Berufsthätigkeit auf dem gesamten Gebiete des Bauwesens. Die Aufstellung der Berechnungen, durch welche der Gleichgewichtszustand nachgewiesen werden soll, zwischen den äufseren Einwirkungen, als Belastungen, Wärmeunterschiede u. dgl., denen die Bautheile zu widerstehen haben, und den inneren Kräften, vermöge welcher sie jenen Einwirkungen widerstehen, bereitet oftmals selbst bei unbedeutenden Gegenständen erhebliche Schwierigkeiten. Auch die Prüfung solcher Berechnungen ist bisweilen eine recht mühsame und zeitraubende Arbeit. Geht man dann der Sache näher auf den Grund, so entdeckt man wohl, dafs die entstandenen Schwierigkeiten sich hätten voraussehen lassen, dafs sie vielleicht auf der Unbestimmtheit der Grundlagen oder sonstigen Ursachen beruhen, welche nicht im Einklange mit der angewandten Theorie stehen, und dafs man die Lösung der Aufgabe auf einem anderen Wege suchen mufs. Die nachfolgenden Betrachtungen sollen dazu dienen, durch Erörterung einiger Fragen allgemeineren Inhaltes zur Vereinfachung und Erleichterung der statischen Untersuchungen beizutragen.

1. Die Belastungen.

Wenn die Haltbarkeit der Bautheile nachgewiesen werden soll, so mufs man zunächst die angreifenden Kräfte oder Belastungen ihren Angriffspunkten, der Gröfse und Richtung und dem Zusammenwirken nach feststellen. Hierbei pflegt nur das Zusammenwirken, d. i. diejenige Verbindung und Vertheilung der angreifenden Kräfte, bei welcher der zu untersuchende Bautheil am ungünstigsten beansprucht wird, gröfsere Schwierigkeiten zu bereiten. In der That ist die mathematisch genaue Lösung der bezüglichen Aufgaben, als z. B. die Aufsuchung der ungünstigsten Zusammensetzung und Stellung eines Lastenzuges für die einzelnen Trägertheile einer eisernen Brücke, häufig schwierig und umständlich. Deshalb würden allgemeine Vorschriften für die Regelung des bezüglichen Verfahrens von grofsem Nutzen sein. Solche Vorschriften würden sich sowohl auf die Einheitssätze für häufig vorkommende angreifende Kräfte, wie die Belastung der Decken und Brücken, die Gröfse des in Rechnung zu stellenden Winddruckes, der Schneebelastung u. dergl., als auch auf die vorerwähnte Feststellung des Umfanges der veränderlichen Belastungen, die Einführung von Belastungsgleichwerthen usw. zu erstrecken haben. Die statischen Berechnungen würden dadurch nicht nur vereinfacht, sondern auch an Sicherheit und Klarheit gewinnen, und etwaige Mifsgriffe würden leichter zu vermeiden bezw. zu erkennen sein.

Anfänge in der bezeichneten Richtung sind mehrfach gemacht, aber die von verschiedenen Seiten ausgegangenen Vorschläge stimmen natürlich nicht durchweg überein und es fehlt an der allgemeinen Anerkennung. Die Besorgnifs, dafs die Fortschritte der Wissenschaft durch feste Regeln beeinträchtigt werden könnten, verdient Beachtung; indessen liefse sich diesen Bedenken dadurch begegnen, dafs die Vorschriften nur auf begrenzte Zeit in Kraft gesetzt würden und etwa alle 10 Jahre erneuert werden müfsten. Aber auch ohne allgemeine Vorschriften wird der einsichtige Rechner vielfach Gelegenheit haben, sich selber oder wenigstens dem Nachprüfenden die Arbeit zu erleichtern, indem er überflüssige Genauigkeit zu vermeiden sucht. Wenn z. B. eine mit einer Thüröffnung durchbrochene Wand auf eiserne Träger gesetzt werden soll, so kann es nothwendig sein, genau zu rechnen, um überflüssigen Aufwand an Eisen zu vermeiden. Bisweilen wird es aber vorkommen, dafs die gewählten Träger aus anderen Ursachen stark genug sind, um auch die volle Wand mit Sicherheit zu tragen. Alsdann hätte es keinen praktischen Werth, wenn man die wirklich stattfindende ungleichmäfsige Belastung genau ausrechnen wollte, sondern man kann den Zweck der statischen Berechnung einfacher erreichen, wenn sie für die Belastung durch eine volle Wand geführt wird.

Vorzugsweise bei kleinen Bautheilen kommt es häufig vor, dafs das Eigengewicht sehr gering ist gegenüber der zufälligen Belastung. Statt der genauen Feststellung des ersteren ist dann die Einführung eines Zuschlags zu der letzteren am Platze und man wird dafür eines Nachweises um so weniger bedürfen, je reichlicher er mit Rücksicht auf die wirklich vorhandene Tragfähigkeit geschätzt werden konnte.

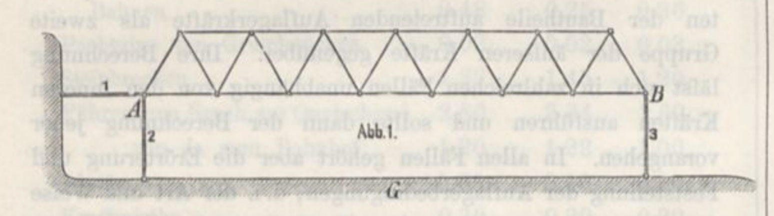
2. Die Auflagerkräfte.

Den belastenden Kräften stehen die in den Stützpunkten der Bautheile auftretenden Auflagerkräfte als zweite Gruppe der äufseren Kräfte gegenüber. Ihre Berechnung läfst sich in zahlreichen Fällen unabhängig von den inneren Kräften ausführen und sollte dann der Berechnung jener vorangehen. In allen Fällen gehört aber die Erörterung und Feststellung der Auflagerbedingungen, d. i. der Art und Weise der Verbindung zwischen dem Bautheile und seinen Unterstützungen, zu den wesentlichsten Stücken einer statischen Berechnung. Man unterscheide daher sorgfältig zwischen Gelenklagern, Rollen- und Gleitlagern, und beachte, dafs die Auflagerkraft bei einem festen Gelenklager beliebige Richtung haben kann, während sie bei dem reibungslosen Rollen- oder Gleitlager stets senkrecht zu den Berührungsflächen gerichtet sein mufs. Bei den letzteren ist sonach die Richtung des Stützendruckes gegeben und nur seine Gröfse unbekannt; bei dem festen Lager hat man in der Ebene zwei, im Raume drei unbekannte Gröfsen, als welche in der Regel die Theilkräfte der Auflagerkraft nach zwei bzw. drei bestimmten Richtungen eingeführt werden. Bei dem Gleitlager ist ferner häufig noch die Wirkung der Reibung in Betracht zu ziehen, der zufolge die Richtung des Auflagerdruckes um den Reibungswinkel von der Senkrechten zur Berührungsebene abweichen kann.

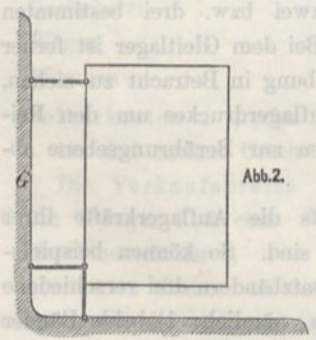
Häufig kommt es vor, dafs die Auflagerkräfte ihrer Wirkungsweise nach unbestimmt sind. So können beispielsweise bei einer Thür mit zwei Aufsatzbändern drei verschiedene Fälle der Auflagerung vorkommen, nämlich: 1) beide Bänder erleiden loth- und wagerechten Druck und sind dann beide als feste Auflager anzusehen, oder 2) das untere Auflager hat lothrechten und wagerechten, das obere nur wagerechten Druck aufzunehmen; dann ist das erste ein festes, das zweite ein bewegliches Auflager, oder endlich 3) das obere Auflager ist in dem früheren Sinne fest und das untere beweglich. Hier ist offenbar die Anzahl der Auflagerbedingungen für die

Berechnung zu grofs; demgemäfs ist auch die wirkliche Vertheilung der inneren Kräfte unbestimmt, weil mehr als ein Gleichgewichtszustand möglich ist. Da nun die an dem Bautheile auftretenden inneren Kräfte stets in engem Zusammenhange mit den äufseren stehen, so liegt es auf der Hand, dafs es gar nicht möglich ist, die inneren Kräfte eindeutig zu bestimmen, falls die Auflagerbedingungen vieldeutig sind. Es ist dann eine statische Berechnung nur unter mehr oder weniger willkürlichen Annahmen durchführbar.

Der Unbestimmtheit der Auflagerbedingungen läfst sich unter Umständen durch geeignete, bei der Aufstellung bzw. Herstellung der Bautheile zu treffende Mafsnahmen vorbeugen, indem dadurch eine bestimmte, beabsichtigte Wirkungsweise sicher gestellt werden kann. Damit nun der Erfolg nicht dem Zufalle überlassen bleibe, ist es wichtig, dafs die Bedingungen, welchen die Auflagerung Genüge leisten soll, deutlich bezeichnet werden. Zu diesem Zwecke ist eine zeichnerische Veranschaulichung der Auflagerkräfte durch starre Stäbe, welche die Stützpunkte des Bautheiles mit einem gedachten festen Gebilde gelenkartig verbinden, sehr zu empfehlen. Dieses Verfahren, welches Professor Mohr in der Zeitschrift des Hannoverschen Architekten- und Ingenieur-Vereins, Jahrgang 1875, für einen anderen Zweck zur Anwendung gebracht hat, ist ebenso einfach wie anschaulich.



In Abb. 1 ist z. B. ein ebener Fachwerkträger mit einem festen und beweglichen Auflager dargestellt. Das feste Gelenklager wird durch die starren Stäbe 1 und 2, das bewegliche durch den starren Stab 3 ersetzt. Die 3 Auflagerstäbe gehen von einem festen Gebilde G aus und sind mit demselben wie mit den Stützpunkten A und B des Trägers gelenkartig verbunden gedacht. Die Lage des festen Gebildes G zu dem Träger ist gleichgiltig, die Richtung der Stäbe 1 und 2, welche das feste Auflager A ersetzen, kann beliebig gewählt werden; der Stab 3, welcher das bewegliche Auflager ersetzen soll, mufs dagegen senkrecht zur Berührungslinie an B gerichtet sein.



Durch Abb. 2 wird veranschaulicht, dafs bei der vorerwähnten Thüre das untere Auflager als fest, das obere als beweglich construirt werden soll.

Wenn man die angeführten Gesichtspunkte bei den statischen Berechnungen beachtet, so werden diese an Klarheit gewinnen, die Genauigkeit der Berechnungen wird im Einklange mit der Sicherheit der Grundlagen bleiben und man wird da, wo die Ergebnisse wegen Unbestimmtheit der letzteren unsicher bleiben müssen, auch den falschen Schein rechnerischer Bestimmtheit vermeiden.

3. Die Theorien.

An Formeln und Berechnungsarten ist kein Mangel, ja vielleicht wäre man berechtigt, von einem Ueberflusse daran zu reden. Natürlich ist das nur in Bezug auf die praktische Berufsthätigkeit zu verstehen, denn die Wissenschaft wird gefördert, wenn recht Viele ihr Scherflein beitragen. In der Anwendung ist jedoch vorsichtige Auswahl zu empfehlen. Die Theorien haben einen grofsen Umfang gewonnen; man hat manche Mängel der älteren Berechnungsweisen erkannt und ist im Stande, schärfer und richtiger zu untersuchen, den Einflufs von Nebenumständen und Zufälligkeiten mancherlei Art zu berücksichtigen. Aber diese schärferen Berechnungen sind auch fast ohne Ausnahme umständlicher und zeitraubender geworden. Die wissenschaftliche Untersuchung eines als elastischer Bogen zu behandelnden Gewölbes oder eines als Fachwerkträger mit überzähligen Stäben zu behandelnden, in loth- und wagerechtem Sinne belasteten Trägers auf drei oder mehr Stützen kann für einen auf diese Arbeit nicht bereits eingeübten, aber sonst dafür befähigten Ingenieur bei geringen Abmessungen der Bautheile einen gröfseren Zeitaufwand erfordern und, insofern Zeit Geld ist, sogar kostspieliger werden als die bauliche Herstellung. Dabei wird durch jene umständlichen Berechnungen bisweilen gar kein Vortheil für die Construction der Bautheile gewonnen, indem anderweitige Umstände, als z. B. die Rücksicht auf zufällige Fehler des Materials oder bei der Ausführung, auf Erschütterungen und dergl., die volle Ausnutzung der Rechnungsergebnisse unthunlich erscheinen lassen. Wenn in solchem Falle die Haltbarkeit der Construction aus Erfahrungsregeln oder an der Hand einfacherer statischer Behandlung zu erweisen ist, so sollte man sich darauf beschränken und auch bei der Prüfung keine weiteren Anforderungen stellen.

Aber noch vielmehr als eine überflüssige Genauigkeit sind unberechtigte Vereinfachungen zu vermeiden. Wenn ein Fachwerkträger überzählige Stäbe enthält, so beginnt man freilich nach der neueren Theorie die Berechnung damit, dafs man die letzteren zunächst als nicht vorhanden annimmt; man darf es aber nicht dabei bewenden lassen, denn die so erhaltenen Spannungen sind auch nicht entfernt als Näherungswerthe zu benutzen. Ein durchlaufender Träger auf drei Stützen darf selbstredend nicht unter Vernachlässigung der Mittelstütze berechnet werden, und ebensowenig ist es statthaft, eine achteckige Thurmspitze gegen Winddruck unter der Annahme zu berechnen, dafs von den acht Stützpunkten nur drei Stück vorhanden seien bezw. zur Wirkung kämen.

Um den rechten Mittelweg zu finden, richte man zunächst den Blick auf das Ganze; man prüfe, in welchem Verhältnisse die Bedingungen und Nebenumstände der Aufgabe zu den Bedingungen für die Gültigkeit und Anwendbarkeit der Theorien stehen und suche dann seinen Zweck auf die einfachste Weise zu erreichen.

4. Die Form der statischen Berechnung.

Die gröfste Kürze und Uebersichtlichkeit der statischen Berechnungen wird erreicht, wenn man sich auf die Ermittlung der in den Bautheilen wirklich auftretenden inneren Kräfte beschränkt. Die Mittheilung der angestellten Versuchs- und Proberechnungen ist überflüssig und unter Umständen belästigend. Ferner ist die Berechnung der wirklichen

Spannungen demjenigen Verfahren, bei welchem der Querschnitt berechnet wird, welcher für einen angenommenen Grenzwerth der zulässigen Materialbeanspruchung erforderlich sein würde, sowohl der gröfseren Kürze als auch der besseren Zusammensetzung der verschiedenartigen Beanspruchungen wegen vorzuziehen. Hiernach würde beispielsweise die Inanspruchnahme eines auf Zerreifsen und Biegen beanspruchten Balkens in folgender Form nachzuweisen sein:

Durch die in der Längsrichtung auf Zug wirkende Kraft $= P$ kg entsteht, da der Querschnitt $= F$ qcm, die Zugbeanspruchung

$$\sigma' = \frac{P}{F} \text{ in } \frac{\text{kg}}{\text{qcm}}.$$

Das gröfste Biegungsmoment ist $= M$ mkg, das Widerstandsmoment des Querschnitts $= W$ in cm, daher

$$\sigma'' = \frac{M \cdot 100}{W} \text{ in } \frac{\text{kg}}{\text{qcm}}$$

und die gröfste Gesamtbeanspruchung auf Zug

$$\sigma = \sigma' + \sigma''.$$

Wichtig ist ferner die Vollständigkeit der statischen Untersuchungen in Bezug auf alle verschiedenartigen Beanspruchungsarten, welche entweder vereinzelt oder im Zusammenhange mit anderen vorkommen können. Wo eine förmliche Berechnung wegen Geringfügigkeit der Wirkungen für unnöthig erachtet wird, sollte eine bezügliche Erklärung zum Zeichen, dafs die Frage in Erwägung gezogen wurde, nicht unterlassen werden.

5. Die Kennzeichen einfacher Fachwerke.

Unter den statisch zu berechnenden Bauconstructionen nehmen die Fachwerke wohl die hervorragendste Stelle ein und es ist durch die neueren Methoden der Festigkeitslehre die Untersuchung der sogenannten einfachen Fachwerke von besonderer Wichtigkeit geworden. Im Anschlusse an das Vorangegangene dürfte deshalb eine Erörterung ihrer Eigenschaften und Kennzeichen nicht überflüssig sein, zumal sich daran einige weitere Bemerkungen über statische Untersuchungen knüpfen lassen.

Mit dem Namen: „einfaches Fachwerk" bezeichnet man (nach Mohr) eine aus gelenkartig verbundenen Stäben derartig zusammengesetzte Construction, dafs Formveränderungen durch Verrückung der Knotenpunkte nur im Zusammenhange mit Längenänderungen der Stäbe vorkommen können und dafs alle Längenänderungen unabhängig von einander sind. Ein solches Fachwerk hat die bemerkenswerthen Eigenschaften, dafs es in allen Theilen genau berechnet werden kann und dafs überhaupt keine anderen als die berechneten inneren Kräfte auftreten können. Denn so lange die Auflagerbedingungen unverändert und die Stäbe an allen Knotenpunkten frei beweglich bleiben, hat jede Längenänderung eines Stabes durch Wärme oder Spannung lediglich eine Formveränderung des Fachwerks, aber keine Spannung der übrigen Stäbe zur Folge.

Nach der neueren Berechnungsart betrachtet man nun die gegebene Construction als die Verbindung eines einfachen Fachwerks mit sogenannten überzähligen Stäben; man hat also zunächst eine richtige Zerlegung vorzunehmen und dann die Berechnung der Spannungen in der hier als bekannt vorauszusetzenden Weise auszuführen. Die Frage, wie man erkennen könne, ob eine Stabverbindung ein einfaches Fachwerk in dem vorbezeichneten Sinne sei, ist viel erörtert worden. Einige Kennzeichen waren leicht aufzufinden, aber indem man der Regel, welche sich oft als richtig und ausreichend erwiesen hatte, eine allgemeine Bedeutung zu geben suchte, ist es wiederholt zur Aufstellung falscher Sätze gekommen, welche in einigen Fällen zu einem lebhaften Streit der Meinungen (vergl. Deutsche Bauzeitung 1876) geführt haben. Verfolgt man den Entwicklungsgang dieser Angelegenheit, so erkennt man recht deutlich, wie vorsichtig man in der Aufstellung allgemeiner Regeln und in den Schlufsfolgerungen sein soll, wie sehr die logische Strenge darin von nöthen ist. Da Mifsgriffe in Bezug auf diesen Punkt auch bei statischen Untersuchungen nicht selten vorzukommen pflegen, so möge bei dieser Gelegenheit an die nöthige Vorsicht, namentlich hinsichtlich der Gültigkeit der Umkehrungen erinnert werden.

Wenn der Satz: „Jedes A ist B" richtig ist, so folgt daraus nicht die Zulässigkeit der Umkehrung: „Jedes B ist A", sondern es gilt nur der Schlufs: „Mindestens einige B sind A". Der allgemeine Schlufs kann in einzelnen Fällen zutreffen, bedarf aber jedesmal eines Beweises.

Wenn man dem Vorstehenden gemäfs sich vor unerwiesenen Verallgemeinerungen hütet, so lassen sich für einfache Fachwerke in der Ebene folgende Kennzeichen geben:

1. Es müssen mindestens drei Auflagerbedingungen vorhanden sein: $n \geqq 3$.

2. Die Richtungen der Auflagerkräfte müssen mehr als einen Schnittpunkt ergeben.

3. Die Anzahl der Stäbe ($= m$) und der Auflagerbedingungen ($= n$) des Fachwerks mufs das Doppelte der Anzahl seiner Knotenpunkte ($= k$) betragen:

$$m + n = 2k.$$

4. Mit Ausnahme der festen Auflagerpunkte mufs jeder Knotenpunkt wenigstens mit zwei anderen Knotenpunkten, welche nicht mit ihm in einer Geraden liegen, durch Stäbe verbunden sein.

5. Die Anzahl der Stäbe, durch welche beliebige i Knotenpunkte mit einander verbunden sind, darf bei keiner Gruppe gröfser sein als $2i - 3$.

Diese fünf Bedingungen müssen sämtlich erfüllt sein, sie sind aber noch nicht für alle Fälle ausreichend. Es giebt vielmehr Fachwerke, bei welchen sie alle zutreffen und welche trotzdem nicht einfache Fachwerke in der gegebenen Bedeutung sind. Zur Vollständigkeit gehört noch eine weitere Bedingung, welche unter Benutzung der Arbeiten von Mohr (in der Zeitschrift des Hannoverschen Architekten- und Ingenieur-Vereins, Jahrgang 1874 und 1875 und im Civilingenieur, Jahrgang 1885) und von Grübler (in der Rigaschen Industriezeitung, Jahrgang 1887) wie folgt dargestellt werden kann:*)

Man beziehe das Fachwerk auf ein festes Gebilde G in der Ebene und ersetze die Auflagerbedingungen durch starre Auflagerstäbe gemäfs Abschnitt 3. Dann gilt der Satz:

6. Das aus dem Fachwerk und den Auflagerstäben bestehende Ganze mufs in allen Theilen unverrückbar oder ein formfestes Gebilde sein.

*) Vergl. auch den Aufsatz von Robert Land auf Seite 363 im Centralblatt der Bauverwaltung, Jahrg. 1887.

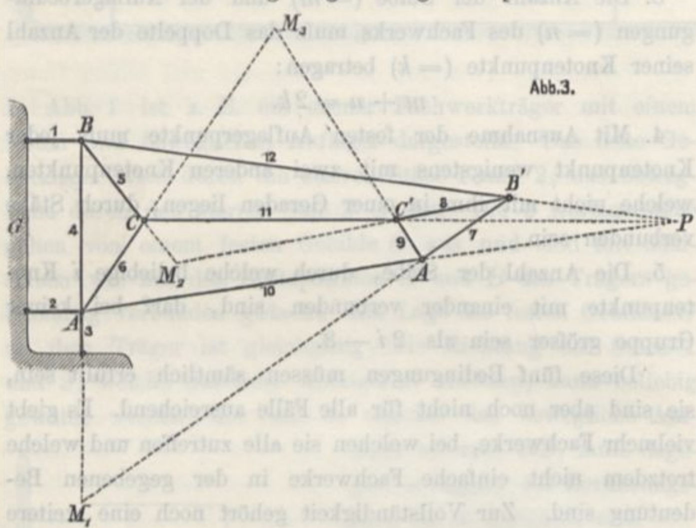
Um zu prüfen, ob diese Bedingung erfüllt sei, beachte man, dafs jede Dreiecksverbindung in sich unverrückbar oder ein formfestes Gebilde ist. Das Gleiche gilt für eine aus aneinander gereihten Dreiecken bestehende Gruppe, sowie für jedes Gebilde, welches von einem Stabe aus so zusammengesetzt werden kann, dafs je zwei Stäbe jedesmal einen neuen Knotenpunkt ergeben. Für die in solcher Weise als formfest erkannten Theilgebilde bedarf es keiner weiteren Untersuchung; für das aus denselben zusammengesetzte Ganze gilt der Satz:

„Formfeste Einzelgebilde sind unverrückbar mit einander verbunden, wenn entweder die Richtungen aller Verbindungsstäbe von je zwei derselben mehr als einen Schnittpunkt ergeben oder wenn die Schnittpunkte aller Stäbe, welche je drei solcher Gebilde paarweise untereinander verbinden, nicht in einer geraden Linie liegen."

Auch in der folgenden Fassung ist dieser Satz richtig, nämlich:

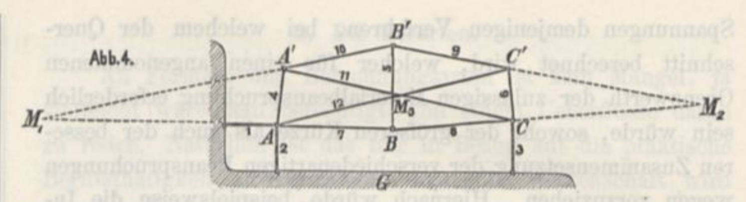
„Wenn alle Verbindungsstäbe zweier Einzelgebilde in einem Punkte zusammentreffen und diese Schnittpunkte für die paarweisen Verbindungen unter drei Gebilden in einer Geraden liegen, so sind die Einzelgebilde nicht unverrückbar, sondern können mindestens eine unendlich kleine Verschiebung gegen einander erleiden."

Hinsichtlich des Beweises der vorstehenden Sätze kann auf die angeführten Quellen und die Lehrbücher verwiesen werden. Zur näheren Erläuterung mögen einige Beispiele dienen.

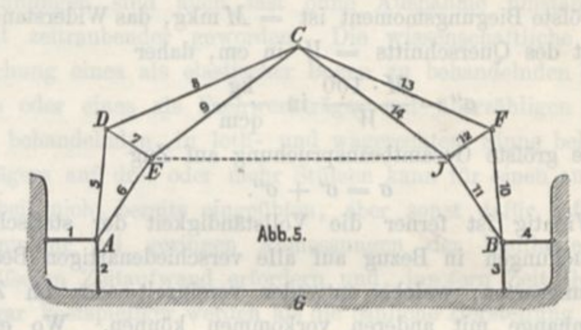


a) Abb. 3 ist ein Fachwerk mit sechs Knotenpunkten, neun Fachwerkstäben und drei Auflagerbedingungen, wobei die letzteren durch die als Doppellinien gezeichneten starren Auflagerstäbe ersetzt und auf das feste Gebilde G bezogen sind. Die Bedingungen 1. bis 5. sind erfüllt, aber die Dreiecke ABC und $A'B'C'$ sind nur durch die Stäbe 10, 11 und 12, welche in einem Punkte P zusammentreffen, mit einander verbunden; das Ganze ist daher kein einfaches Fachwerk.

Man kann auch die Stäbe 10, 11 und 12 als drei Einzelgebilde ansehen und kommt dann durch den Umstand, dafs die Schnittpunkte M_1, M_2 und M_3 in einer Geraden liegen, zu der gleichen Erkenntnifs.

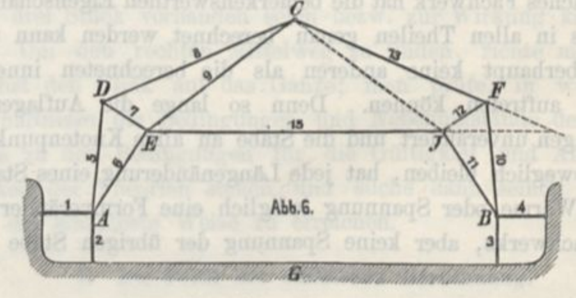


b) Das in Abb. 4 dargestellte Fachwerk hat ebenfalls $k = 6$, $m = 9$ und $n = 3$ und es sind die Bedingungen 1. bis 5. erfüllt. Als Einzelgebilde betrachte man die Stäbe 4, 5 und 6. Die Schnittpunkte ihrer Verbindungsstäbe zu je zweien liegen in M_1, M_2 und M_3 und das Fachwerk ist in sich nur dann unverrückbar, wenn jene drei Punkte nicht in eine gerade Linie fallen.



c) Die Abb. 5 zeigt ein Fachwerk mit sieben Knotenpunkten und zwei festen Auflagern; es ist $m = 10$, $n = 4$ und die Bedingungen 1. bis 5. sind erfüllt. Das Ganze besteht aus den drei formfesten Einzelgebilden G, $ADEC$ und $BFJC$, von denen das erste mit dem zweiten, bezw. dritten durch die Stäbe 1 und 2 bezw. 3 und 4 verbunden ist, während das zweite Gebilde mit dem dritten nur in dem Punkte C zusammenhängt. Da die Schnittpunkte A, B und C nicht in einer geraden Linie liegen, so ist das Ganze unverrückbar und wegen Erfüllung der übrigen Bedingungen ein einfaches Fachwerk.

d) Wenn das vorige Fachwerk noch den Stab EJ enthielte, so wäre es überbestimmt und müfste behufs der Berechnung zunächst durch Fortnahme dieses überzähligen Stabes in ein einfaches Fachwerk verwandelt werden. Aber EJ ist nicht der einzige Stab, welcher als überzählig angesehen werden kann. Welche anderen Stäbe sich noch dazu eignen, ist an der Hand der unter Nr. 1 bis 6 gegebenen Kennzeichen zu ersehen, denn die Auswahl ist nur an die Bedingung geknüpft, dafs die übrigen Stäbe ein einfaches Fachwerk bilden müssen.



So stellt z. B. die Abb. 6 ein einfaches Fachwerk dar, sofern der Schnittpunkt der Stäbe CF und EJ nicht in die Verbindungslinie AB fällt. Wäre dies aber der Fall, so dürfte CJ nicht als überzähliger Stab angenommen werden.

Berlin, im November 1888. G. Tolkmitt.

Halle a. S., Buchdruckerei des Waisenhauses.